


# IPC-A-610D

## Промышленный стандарт: «Критерии качества электронных сборок»

**(Перевод на русский язык, редакция №1205)**

Регулирующей версией является версия на английском языке. В случае разночтений необходимо руководствоваться версией на английском языке.

IPC-A-610D
Февраль 2005

Стандарт разработан ассоциацией IPC

Заменяет издание C
январь 2000

Перевод выполнен:
**ЗАО Предприятие ОСТЕК**
121467, РФ, г. Москва,
ул. Молдавская, д.5, стр.2
тел.: (095) 788-44-44
факс: (095) 788-44-42
E-mail: info@ostec-smt.ru
Интернет: www.ostec-smt.ru

**Принципы стандартизации**

В мае 1995 г. техническими службами исполнительного комитета в качестве руководящих принципов стандартизационной деятельности IPC были приняты принципы стандартизации.

**Стандарт должен:**
- Демонстрировать связь между конструированием с позиций технологичности и конструированием с позиций условий эксплуатации.
- Сокращать время выхода на рынок.
- Излагать вопросы простым (упрощенным) языком.
- Содержать только нормативную информацию.
- Сосредоточивать внимание на характеристиках готового изделия.
- Включать механизм обратной связи с областью практического применения и проблемами для последующего усовершенствования.

**Стандарт не должен:**
- Препятствовать обновлению.
- Увеличивать время освоения рынка.
- Исключать участие широкого круга специалистов.
- Подсказывать конкретный способ решения задачи.
- Содержать любые сведения, которые не могут быть подкреплены данными.

**Примечание**

Стандарты и публикации IPC создаются для удовлетворения общественного интереса посредством исключения непонимания между производителями и потребителями, облегчения взаимозаменяемости и усовершенствования изделий и содействия потребителю в выборе и приобретении соответствующего изделия для конкретной задачи с минимальной задержкой. Существование подобных стандартов и публикаций ни в коей мере не препятствует любому состоящему, или не состоящему в IPC производить или продавать изделия, не соответствующие данным стандартам и публикациям; существование этих стандартов и публикаций не препятствует также их добровольному применению не состоящим в IPC, применяются ли стандарты и публикации внутри страны (США), или где-либо в мире.

Рекомендуемые стандарты и публикации приняты ассоциацией IPC независимо оттого, что их принятие может охватывать патенты на статьи, материалы или технологические процессы. Действуя подобным образом, ассоциация IPC не несет никакой ответственности перед владельцем патента, не предполагает никаких обязательств в отношении любых сторон, принявших рекомендованные стандарты и публикации. Пользователь также несут полную ответственность по защите самих себя от всех претензий по нарушению патентного законодательства.

**Утверждающие уведомления Министерства обороны**

Стандарт IPC-A-610 «Критерии качества электронных сборок» был утвержден 12 февраля 2002 г., для применения Министерством обороны (МО). Изменения, предложенные подразделениями МО, должны быть направлены на утверждение соответствующей службе МО: начальнику автобронетанкового и оружейного управления армии США, AMSTA-TR-E/IE (условное обозначение офиса), г. Уоррен, штат Мичиган, 48397-5000.

Стандарт J-STD-001 «Требования к пайке электрических и электронных сборок» был утвержден 19 июля 2001 г., для применения Министерством обороны (МО). Изменения, предложенные подразделениями МО, должны быть направлены на утверждение соответствующей службе МО: начальнику автобронетанкового и оружейного управления армии США, AMSTA-TR-E/IE (условное обозначение офиса), г. Уоррен, штат Мичиган, 48397-5000.

Документ IPC-HDBK-001 «Справочник и руководство по дополнению J-STD-001 (включая сравнение J-STD-001B и C) (IPC-HDBK-001 с дополнением 1)» был утвержден 19 июля 2001 г., для использования Министерством обороны (МО). Изменения, предложенные подразделениями МО, должны быть направлены на утверждение соответствующей службе МО: начальнику автобронетанкового и оружейного управления армии США, AMSTA-TR-E/IE (условное обозначение офиса), г. Уоррен, штат Мичиган, 48397-5000.




# IPC-A-610D
# Критерии качества электронных сборок

Разработан проблемной группой IPC (7-31b) подкомитета гарантии качества изделий (7-30) IPC

Пользователи этого стандарта приглашаются к сотрудничеству в разработке будущих редакций.

**Предыдущие версии:**
IPC-A-610C – Январь 2000
IPC-A-610B – Декабрь 1994
IPC-A-610A – Март 1990
IPC-A-610 – Август 1983

Контактная информация:

IPC
2215 Sanders Road
Northbrook, Illinois
60062-6135
Тел. 847 509.9700
Факс 847 509.9798

Перевод выполнен:
**ЗАО Предприятие ОСТЕК**
121467, РФ, г. Москва,
ул. Молдавская, д.5, стр.2
тел.: (095) 788-44-44
факс: (095) 788-44-42
E-mail: info@ostec-smt.ru
Интернет: www.ostec-smt.ru

Уведомление об утверждении

Стандарт IPC-A-610 «Критерии качества электронных сборок» был принят 12 февраля 2002 г., для применения Министерством обороны (МО).

Изменения, предложенные подразделениями МО, должны быть направлены на утверждение соответствующей службе МО: начальнику автобронетанкового и оружейного управления армии США, AMSTA-TR-E/IE (условное обозначение офиса), г.Уоррен, штат Мичиган, 48397-5000.

Копии данного документа могут быть получены из Института связей и корпусирования электронных схем, Sanders Rd, Suite 200 South, Northbrook, IL 60062. http://www.ipc.org/

**Ответственные за хранение:**
Армия-AT
Военно-морские силы-AS
Военно-воздушные силы: 11

**Рецензирующие подразделения:**
Армия-AT, MI

**Утверждающее подразделение:**
Армия-AT
(Проект SOLD-0060)

**Положение о распространении А:** Утверждено для открытого пользования; распространение не ограничено.

## Выражаем признательность

Любой стандарт содержит огромное количество сложных технологических выдержек из огромного количества источников. Основные участники проблемной группы IPC (7-31b) подкомитета гарантии качества изделий (7-30) IPC перечислены ниже. Невозможно упомянуть всех, кто оказывал содействие в разработке этого стандарта. Каждому из них IPC выражает свою признательность.

**Комитет гарантии качества**
Chair
Mel Parrish
Soldering Technology International

**Комитет по связям дирекции**
**IPC Board**
Sammy Yi
Flextronics International

Peter Bigelow
IMI Inc.

**Проблемная группа IPC-A-610**
Co-Chairs
Constantino J. Gonzalez
ACME Training & Consulting

Jennifer Day
Current Circ

**Члены проблемной группы IPC-A-610**

Leopold A. Whiteman, Jr., ACI/EMPF
Riley L. Northam, ACI/EMPF
Constantino J. Gonzalez, ACME Training & Consulting
Frank M. Piccolo, Adeptron Technologies Corporation
Richard Lavallee, Adtran Inc.
Barry Morris, Advanced Rework Technology-A.R.T
Debbie Wade, Advanced Rework Technology-A.R.T
Joe Smetana, Alcatel
Mark Shireman, Alliant Techsystems Inc.
Charles Dal Currier, Ambitech Inc.
Terence Kern, Ambitech International
Ronald McIlnay, American General Contracting
Michael Aldrich, Analog Devices Inc.
Richard W. Brown, Andrew Corporation
Christopher Sattler, AQS - All Quality & Services, Inc.
William G. Butman, AssemTech Skills Training Corp.
James Jenkins, B E S T Inc.
Ray Cirimele, B E S T Inc.
Robert Wettermann, B E S T Inc.
Greg Hurst, BAE SYSTEMS
Mark Hoylman, BAE SYSTEMS CNI Div.
Joseph E. Kane, BAE Systems Platform Solutions
William J. Balon, Bayer Corporation
Gerald Leslie Bogert, Bechtel Plant Machinery, Inc.
Karl B. Mueller, Boeing Aircraft & Missiles
Thomas A. Woodrow, Ph.D., Boeing Phantom Works
Mary E. Bellon, Boeing Satellite Systems
Kelly J. Miller, CAE Inc.
Charles A. Lawson, CALCO Quality Services
Sherman M. Banks, Calhoun Community College
Gail Tennant, Celestica
Kimberly Aube-Jurgens, Celestica
Lyle Q. Burhenn, Celestica Corporation
Jason Bragg, Celestica International Inc.
Richard Szymanowski, Celestica North Carolina
Peter Ashaolu, Cisco Systems Inc.
Paul Lotosky, Cookson Electronics
Graham Naisbitt, Concoat Limited
Reggie Malli, Creation Technologies Incorporated
Jennifer Day, Current Circuits
David B. Steele, Da-Tech Corp.
Lowell Sherman, Defense Supply Center Columbus
John H. Rohlfing, Delphi Electronics and Safety
David C. Gendreau, DMG Engineering
Glenn Dody, Dody Consulting
Wesley R. Malewicz, Draeger Medical Systems, Inc.
Jon M. Roberts, DRS Test & Energy Management
William E. McManes, DRS Test & Energy Management
Richard W. Boerdner, EJE Research
Mary Muller, Eldec Corporation
Robert Willis, Electronic Presentation Services
Leo P. Lambert, EPTAC Corporation
Benny Nilsson, Ericsson AB
Mark Cannon, ERSA Global Connections
Michael W. Yuen, Foxconn EMS, Inc.
Ray C. Davison, FSI
William Killion, Hella Electronics Corp.
Ernesto Ferrer, Hewlett-Packard Caribe
Elizabeth Benedetto, Hewlett-Packard Company
Helen Holder, Hewlett-Packard Company
Kristen K. Troxel, Hewlett-Packard Company
Steve Radabaugh, Hewlett-Packard Company
Phillip E. Hinton, Hinton 'PWB' Engineering
Robert Zak, Honeywell

Ted S. Won, Honeywell Engines & Systems
Dewey Whittaker, Honeywell Inc.
Don Youngblood, Honeywell Inc.
William A. Novak, Honeywell Inc.
Linda Tucker, Honeywell Technologies Solutions Inc.
Fujiang Sun, Huawei Technologies Co., Ltd.
Rongxiang (Davis) Yang, Huawei Technologies Co., Ltd.
James F. Maguire, Intel Corporation
Richard Pond, Itron Electricity Metering, Inc.
Kenneth Reid, IUPUI-Indiana/Purdue University
Marty Rodriguez, Jabil Circuit, Inc.
Quyen Chu, Jabil Circuit, Inc.
Akikazu Shibata, Ph.D., JPCA-Japan Printed Circuit Association
David F. Scheiner, Kester
Blen F. Talbot, L-3 Communications
Bruce Bryla, L-3 Communications
Byron Case, L-3 Communications
Phillip Chen, L-3 Communications Electronic Systems
Chanelle Smith, Lockheed Martin
Karen E. McConnell, C.I.D., Lockheed Martin
C. Dudley Hamilton, Lockheed Martin Aeronautics Co.
Eileen Lane, Lockheed Martin Corporation
Mary H. Sprankle, Lockheed Martin Corporation
Linda Woody, Lockheed Martin Electronics & Missiles
Vijay Kumar, Lockheed Martin Missile & Fire Control
Hue T. Green, Lockheed Martin Space Systems Company
Jeffery J. Luttkus, Lockheed Martin Space Systems Company
Michael R. Green, Lockheed Martin Space Systems Company
Russell H. Nowland, Lucent Technologies
Helena Pasquito, M/A-COM Inc.
Dennis Fritz, MacDermid, Inc.
Gregg A. Owens, Manufacturing Technology Training Center
James H. Moffitt, Moffitt Consulting Services
Terry Burnette, Motorola Inc.
Garry D. McGuire, NASA
Robert D. Humphrey, NASA/Goddard Space Flight Center
Christopher Hunt, Ph.D., National Physical Laboratory
Wade McFaddin, Nextek, Inc.
Seppo J. Nuppola, Nokia Networks Oyj
Mari Paakkonen, Nokia Networks Oyj
Neil Trelford, Nortel Networks
Clarence W. Knapp, Northrop Grumman
Mahendra S. Gandhi, Northrop Grumman
Randy McNutt, Northrop Grumman
Rene R. Martinez, Northrop Grumman
Alan S. Cash, Northrop Grumman Corporation
Becky Amundsen, Northrop Grumman Corporation
Bernard Icore, Northrop Grumman Corporation
Alvin R. Luther, Northrop Grumman Laser Systems
Frederic W. Lee, Northrop Grumman Norden Systems
William A. Rasmus, Jr., Northrop Grumman Space Systems
Andrew W. Ganster, NSWC - Crane
Peggi J. Blakley, NSWC - Crane
Wallace Norris, NSWC - Crane
William Dean May, NSWC - Crane
Rodney Dehne, OEM Worldwide
Ken A. Moore, Omni Training
Peter E. Maher, PEM Consulting
Rob Walls, C.I.D.+, PIEK International Education Centre BV
Denis Jean, Plexus Corp.
Timothy M. Pitsch, Plexus Corp.
Bonnie J. Gentile, Plexus NPI Plus - New England
David Posner
Kevin T. Schuld, Qualcomm Inc.
Guy M. Ramsey, R & D Assembly
Piotr Wus, Radwar SA
David R. Nelson, Raytheon Company
Fonda B. Wu, Raytheon Company
Gerald Frank, Raytheon Company
James M Daggett, Raytheon Company
Gary Falconbury, Raytheon System Technology
Gordon Morris, Raytheon System Technology
Steven A. Herrberg, Raytheon Systems Company
Connie M. Korth, Reptron Manufacturing Services/Hibbing
Beverley Christian, Ph.D., Research In Motion Limited
Bryan James, Rockwell Collins
David C. Adams, Rockwell Collins
David D. Hillman, Rockwell Collins
Douglas O. Pauls, Rockwell Collins
Bob Heller, Saline Lectronics
Donna L. Lauranzano, Sanmina-SCI Corporation
Frank V. Grano, Sanmina-SCI Corporation
Brent Sayer, Schlumberger Well Services
Kelly M. Schriver, Schriver Consultants
Klaus D. Rudolph, Siemens AG
George Carroll, Siemens Energy & Automation
Megan Shelton, Siemens Energy & Automation
Mark P. Mitzen, Sierra Nevada Corporation
Steve Garner, Sierra Nevada Corporation
Marsha Hall, Simclar, Inc.

Bjorn Kullman, Sincotron Sverige AB
Finn Skaanning, Skaanning Quality & Certification -SQC
Daniel L. Foster, Soldering Technology International
Mel Parrish, Soldering Technology International
Patricia A. Scott, Soldering Technology International
Jasbir Bath, Solectron Corporation
Charles D. Fieselman, Solectron Technology Inc.
Fortunata Freeman, Solectron Technology Inc.
Sue Spath, Solectron Technology Inc.
Paul B. Hanson, Surface Mount Technology Corporation
Keith Sweatman
David Reilly, Synergetics
John Mastorides, Sypris Electronics, LLC
Raymond E. Dawson, Teamsource Technical Services
Vern Solberg, Tessera Technologies, Inc.
Les Hymes, The Complete Connection
Susan Roder, Thomas Electronics
Leroy Boone, Thomson Consumer Electronics
William Lee Vroom, Thomson Consumer Electronics
Debora L. Obitz, Trace Laboratories - East
Renee J. Michalkiewicz, Trace Laboratories - East
Nick Vinardi, TRW/Automotive Electronics Group
Martha Schuster, U.S. Army Aviation & Missile Command
Sharon T. Ventress, U.S. Army Aviation & Missile Command
Constantin Hudon, Varitron Technologies Inc.
Gregg B. Stearns, Vitel Technologies, Inc
Denis Barbini, Ph.D., Vitronics Soltec
David Zueck, Western Digital
Lionel Fullwood, WKK Distribution Ltd.
John S. Norton, Xerox Corporation
Steven T. Sauer, Xetron Cor

---

## Особая признательность

Нам приятно выразить особую признательность следующим участникам за предоставление фотографий и иллюстраций для данной редакции.

Constantino J. Gonzalez, ACME Training & Consulting
Jennifer Day, Current Circuits
Robert Willis, Electronic Presentation Services
Mark Cannon, ERSA Global Connections
Steve Radabaugh, Hewlett-Packard Company
Marty Rodriguez, Jabil Circuit, Inc.
Quyen Chu, Jabil Circuit, Inc.
Blen F. Talbot, L-3 Communications
Linda Woody, Lockheed Martin Electronics & Missiles
James H. Moffitt, Moffitt Consulting Services
Mari Paakkonen, Nokia Networks Oyj
Neil Trelford, Nortel Networks
Peggi J. Blakley, NSWC - Crane
Ken A. Moore, Omni Training[1]
Guy M. Ramsey, R & D Assembly
Bryan James, Rockwell Collins
Frank V. Grano, Sanmina-SCI Corporation
Norine Wilson, SED Systems Inc.
Daniel L. Foster, Soldering Technology International
Mel Parrish, Soldering Technology International
Jasbir Bath, Solectron Corporation
Vern Solberg, Tessera Technologies, Inc.
Bob Heller, Saline Lectronics

1. Указаны 3-4, 3-5, 5-22, 5-23, 5-24, 5-25, 5-39, 5-58, 6-51, 6-54, 6-57, 6-58, 6-60, 6-61, 6-70, 6-73, 6-75, 6-90, 6-91, 6-92, 6-93, 6-95, 6-96, 6-102, 6-103, 6-104, 6-105, 6-106, 6-107, 6-108, 6-109, 6-110, 6-111, 6-112, 6-113, 6-114, 6-115, 6-116, 6-117, 7-120, 7-16, 7-27, 7-31, 7-104, 7-112, 7-115, 7-116, 8-148, 8-149.



Данная страница специально оставлена пустой.

## Содержание

## Содержание (продолжение)

## Содержание (продолжение)

## Содержание (продолжение)

# Содержание (продолжение)

# Содержание (продолжение)

# Вступительное слово

В разделе рассматриваются следующие темы:

1 Критерии качества электронных сборок

# Вступительное слово

В разделе рассматриваются следующие темы:

# Вступительное слово

**При возникновении разночтения между английским вариантом и переведенным вариантом данного документа, предпочтение должно отдаваться английскому варианту.**

## 1.1 Область действия

Данный стандарт представляет собой совокупность требований визуальных критериев качества электронных сборок.

В настоящем документе представлены требования приемки для производства электротехнических или электронных сборок. В силу исторических причин стандарты на электронные сборки содержат более обширные принципы и технологии, отсылающие читателя к руководствам. Для полноты понимания рекомендаций и требований данного документа возможно использование этого документа совместно со стандартами IPC-HDBK-001, IPC-HDBK-610 и IPC J-STD-001.

Требования данного стандарта не предназначены для определения процессов совершенствования технологических операций. Также требования данного стандарта не используются как разрешение на починку/модификацию изделия потребителя. Например, наличие требований к приклейке компонентов не влечет за собой/не разрешает/не требует использование приклейки компонентов. Также, описание навивки вывода по часовой стрелке вокруг контакта не влечет за собой/не разрешает/не требует того, чтобы все выводы должны быть навиты по часовой стрелке.

Критерии оценки по стандарту IPC-A-610 не попадают в область манипуляционных, технологических и механических требований стандарта IPC J-STD-001.

**Таблица 1-1 Сводный список ссылочных документов**

| Назначение документа | Децимальный номер | Описание |
|---|---|---|
| Стандарты по конструированию | IPC-2220 (комплект)<br>IPC-SM-782<br>IPC-CM-770 | Требования к конструированию отражают три уровня сложности (уровень А, В и С), включая повышенные плотности размещения компонентов и элементов проводящего рисунка, возрастание числа технологических операций в производстве изделия.<br>Руководства по компонентам и процессам сборки предназначены для оказания помощи при конструировании печатных плат и сборке, где рекомендации по конструированию печатных плат ориентированы на конструирование контактных площадок для компонентов поверхностного монтажа, а процессы сборки включают технологию поверхностного монтажа и монтажа компонентов в отверстия. |
| Документы для конечных изделий | IPC-D-325 | Документация, описывающая конкретные требования к готовым печатным платам, разработанным заказчиком, или требования к готовым печатным узлам. Конкретные детали могут соответствовать, или не соответствовать промышленным техническим условиям или технологическим стандартам, а также предпочтениям заказчика или требованиям внутренних стандартов. |
| Стандарты для конечных изделий | IPC/EIA J-STD-001 | Требования к запаянным электротехническим и электронным сборкам описывают минимальное количество принимаемых характеристик, а также методов оценки частоты испытаний (методы испытаний) и возможности применения требований управления технологическим процессом. |
| Стандарт приемки | IPC-A-610 | Графический документ, отображающий разнообразные характеристики печатных плат и/или электронных сборок в соответствующей связи с желаемыми условиями, превышающими минимально приемлемые характеристики, отраженные в стандарте на конечное изделие. В документе находят отражение также различные не поддающиеся управлению условия (индикатор процесса или дефект), что помогает экспертам производственного процесса принять решение о необходимости корректирующей операции. |
| Программа обучения | | В документе содержатся требования к технологиям и процедурам обучения, в процессе которого выполняются требования приемки или требования стандартов на конечное изделие, стандартов приемки, или конкретные требования документации заказчика. |
| Доработка и ремонт | IPC-7711/21A | Документ обеспечивает процедуры по способам удаления влагозащитных покрытий, по демонтажу и замене электронных компонентов, восстановление защитной паяльной маски, а также /восстановление материала покрытия, проводников и переходных отверстий. |

# Вступительное слово (продолжение)

IPC-HDBK-610 – это вспомогательный документ, содержащий информацию, относящуюся к объяснению причин перехода допустимых пределов значений из категории Образец к категории Дефект. Дополнительно, вспомогательная информация дает более широкое понимание анализа процессов, относящихся к рабочим параметрам изделий, а не обычное различение дефектов путем визуального контроля.

Разъяснения, приведенные в этом сопроводительном документе, могут быть полезны в определении распределения условий идентифицируемых, как Дефект, условий, обозначаемых как Индикатор Процесса, кроме того, документ отвечает на вопросы касающиеся использования и применения для определенных в содержании технических условий. Ссылка на стандарт не подразумевает, что содержание стандарта IPC-HDBK-610 включено в данный стандарт, если это особо не оговорено в договоре на поставку.

**1.2 Назначение**
Стандарты, основанные на визуальном способе оценки, отражают требования существующих технических условий IPC, а также других применяемых технических условий. Для применения потребителем данного документа собранный печатный узел или изделие должны соответствовать прочим действующим стандартам IPC, таким, как IPC-SM-782, серии IPC-2220, серии IPC-6010 и IPC-A-600. Если собранный печатный узел не соответствует упомянутым или аналогичным требованиям, способы приемки должны быть определены по согласованию между потребителем и поставщиком.

Особые моменты, обозначенные в заглавии каждой страницы, показаны на иллюстрациях данного документа. Каждая иллюстрация снабжена кратким пояснением. Задачей данного документа не является исключение любой операции приемки размещения компонента или применяемых для электрических соединений флюса и припоя; применяемые методы должны обеспечить создание законченного паяного соединения, соответствующего требованиям приемки, описанным в данном документе.

***Пояснение к иллюстрации или письменное изложение критерия всегда имеют преимущество перед иллюстрациями в случае расхождения.***

**1.3 Специализированные конструкции**
Стандарт IPC-A-610, как документ, выработанный в процессе согласования многих требований промышленности, не может охватывать все возможные сочетания конструкций изделий и узлов. Там, где используются нестандартные или специализированные технологии, может понадобиться разработка специфических требований приемки. Однако при наличии аналогичных характеристик документ может служить руководством по критериям оценки изделия. Часто требуется уникальное решение для оценки специализированных характеристик при определении критериев оценки. В разработку следует включать согласие заказчика, а для изделий класса 3 критерий оценки должен включать в себя согласованное определение приемки изделия.
По мере возможности критерий оценки следует представить на рассмотрение техническому комитету IPC для включения в следующую редакцию данного стандарта.

**1.4 Термины и определения**
Пункты, помеченные значком «*», цитируются из документа IPC-T-50 «Термины и определения по монтажу и конструированию электронных сборок».

**1.4.1 Классификация**
**Заказчик (потребитель) несет полную ответственность за определение класса, по которому оценивается печатный узел.**
Документация, которая определяет класс приемки изделий при контроле, должна быть предоставлена инспектору, осуществляющему контроль.
Таким образом, принятие или отклонение решения должно основываться на представленных документах, таких как контракты, схемы, технические условия, стандарты и связанные с ними документы. Критерии оценки, определенные в данном документе, отражают три класса изделий электроники:

**Класс 1 – Электронные изделия общего назначения (Бытовая электроника)**
Включает в себя изделия, пригодные для применения в условиях, при которых главным требованием к готовому изделию является его функционирование.

**Класс 2 – Специализированные электронные изделия (Промышленная электроника)**
Включает в себя изделия, от которых требуется высокая производительность и увеличенный срок службы, и для которых бесперебойная работа желательна, но не является особенно важной. Обычно условия эксплуатации изделий не способствуют возникновению отказов.

**Класс 3 – Высококачественные электронные изделия (Спецтехника)**
Включает в себя оборудование и изделия, для которых особую важность имеет бесперебойное функционирование или незамедлительное задействование. Простой оборудования неприемлем, условия эксплуатации изделий достаточно суровые, а оборудование должно функционировать в соответствии со всеми требованиями. Изделия класса 3 применяются в системах жизнеобеспечения или других системах и областях, для которых необходима надежная и продолжительная работа изделий в достаточно жестких условиях.

# Вступительное слово (продолжение)

**1.4.2 Способы приемки**

В случае ссылок из контракта на IPC-A-610 как на самостоятельный документ для rjynhjkz и/или приемки, требования документа IPC/EIA J-STD-001 «Требования к пайке электрических и электронных сборок» не действительны (если только не требуется отдельно и специальным образом).

В случае конфликта очередность действий следующая:

1. Поставка согласуется и документируется между заказчиком и поставщиком.
2. Подробные требования заказчика отображаются на чертеже общего вида или на сборочном чертеже.
3. По требованию заказчика или по контрактному соглашению, задействуется документ IPC-A-610.
4. Прочие дополнительные документы определяются заказчиком.

Пользователь (заказчик) несет ответственность за определение критериев приемки. Если критерии не определены, не требуются, или не приводится ссылка на нормативные документы, то применяется наилучшая промышленная технология. Если имеются ссылки на IPC J-STD-001 и IPC-A-610, а также другие связанные с ними документы, очередность действий подлежит определению в поставочных документах.

Требования задаются для каждого класса на четырех уровнях приемки: образцовое условие, условие приемки, и либо условие дефекта, либо условие индикатора процесса

Если не указано иначе, требования этого стандарта применимы для одножильных проводов/выводов компонентов или многожильных проводов.

**1.4.2.1 Образец**

Условие, наиболее близкое к совершенному/предпочтительному. Однако это условие желательно, не всегда достижимо и может не потребоваться для подтверждения надежности сборочного узла в условиях эксплуатации.

**1.4.2.2 Условие Приемки**

Данная характеристика обозначает условие, которое, не являясь обязательно совершенным, будет обеспечивать целостность и надежность печатного узла в условиях эксплуатации.

**1.4.2.3 Условие Дефекта**

Дефект является условием, недостаточным для уверенного необходимого соответствия форм, размеров и функциональных характеристик электронных сборок в эксплуатационных условиях требованиям, предъявляемым к этим электронным сборкам. Условия дефекта должны быть указаны производителем и основываться на конструкции, функциональных характеристиках и требованиях заказчика. Может быть принято решение доработать, отремонтировать, забраковать или использовать в существующем виде. Вариант «в существующем виде» может потребовать согласования с заказчиком

**1.4.2.4 Условие Индикатора процесса**

Индикатор процесса есть условие (не дефект), которое указывает на характеристики, не влияющие на «форму, соответствие или функционирование» изделия.

- Такое условие возникает по причинам, связанным с применяемыми материалами, конструкцией изделия и/или действиями оператора/оборудования. В результате возникает условие, не соответствующее в полной мере ни приемке, ни дефекту.
- Индикаторы процесса следует наблюдать как часть системы управления процессом, и анализировать процесс, когда часть индикаторов свидетельствует о ненормальных отклонениях в процессе или о нежелательной тенденции. В результате можно снизить отклонения процесса и повысить качество готовой продукции.
- Не требуются дополнительные технологические операции, связанные с доработкой готового изделия, у которого присутствуют отдельные индикаторы процесса. Такое изделие следует использовать в существующем виде.
- При планировании, реализации и оценке производственных процессов пайки электротехнических и электронных сборок следует применять методологии управления процессом. Основные принципы, стратегию реализации, инструменты и технологии можно применять в различных сочетаниях, в зависимости от рода деятельности компании, или изменять соответствующее управление процессом и характеристики в соответствии с требованиями к конечной продукции. Производителю требуются объективные обозримые свидетельства плана усовершенствования текущего управления процессом.

**1.4.2.5 Комбинированные условия**

Суммарные условия должны быть дополнительно согласованы с индивидуальными характеристиками продукта, влияющим на его приемку, даже если они не рассматриваются отдельно как дефекты. Значительное число комбинаций различных условий, которое может произойти в процессе производства не позволяет полностью рассматривать их в данном стандарте. Однако, производители должны внимательно относиться к возможности допущения комбинированных условий и оценивать их влияние на эксплуатационные характеристики изделия.

Требования приемки, приведенные в этом стандарте определены раздельно и созданы при раздельном рассмотрении их влияния на надежную работу изделий обозначенных классов. В случаях применения влияющих друг на друга условий, суммарное влияние на работоспособность изделия может быть значительным. Например, в случае, когда минимальное количество припоя, образующего галтель сочетается с максимальным боковым смещением и минимальным покрытием вывода припоем, может возникнуть значительное ухудшение целостности контакта компонента с платой. Производитель является ответственным за определение таких условий

# Вступительное слово (продолжение)

**1.4.2.6 Неопределенные условия**
Условия, не попадающие под определение дефекта или индикатора процесса, считаются приемлемыми, если не установлено, что они влияют на окончательную форму, соответствие или функционирование.

**1.4.3 Ориентация печатной платы**
В тексте данного документа для определения стороны печатной платы используются следующие термины.

**1.4.3.1 Верхняя сторона**
Сторона, на которой располагаются корпуса компонентов и проводники, определенная таким образом на чертеже главного вида. (Обычно на этой стороне расположены наиболее сложные компоненты, и наибольшее количество элементов. Иногда эта сторона в технологии монтажа компонентов в отверстия обозначается, как сторона установки компонентов).

**1.4.3.2 Нижняя сторона**
Сторона, на которой располагаются корпуса компонентов и проводники, противоположная верхней стороне. (Иногда эта сторона в технологии монтажа компонентов в отверстия обозначается, как сторона пайки).

**1.4.3.3 Сторона пайки**
Сторона пайки является той стороной печатной платы, которая контактирует с припоем. Обычно сторона пайки это нижняя сторона печатной платы при пайке погружением, протягиванием или волной. Сторона пайки может быть и верхней стороной печатной платы при ручной пайке. При использовании некоторых критериев, таких, как перечисленные в таблицах 7-3, 7-6 и 7-7, необходимо определять сторону пайки/сторону установки компонентов.

**1.4.3.4 Сторона установки компонентов**
Сторона установки компонентов это та сторона печатной платы, по направлению к которой течет припой при монтаже компонентов в отверстия. Обычно при пайке погружением, протягиванием или волной стороной установки компонентов является верхняя сторона печатной платы. При ручной пайке стороной, по направлению к которой течет припой, может быть и нижняя сторона печатной платы. При использовании некоторых критериев, таких, как перечисленные в таблицах 7-3, 7-6 и 7-7, необходимо определять сторону пайки/сторону установки компонентов.

**1.4.4 Холодная пайка**
Паяное соединение с недостаточным смачиванием, характеризуется серой пористой структурой. (Это происходит вследствие чрезмерного загрязнения припоя, недостаточной очистки перед пайкой и/или недостаточного нагрева в процессе пайки).

**1.4.5 Электрический зазор**
Минимальное расстояние между неизолированными элементами схемы (например: контактные площадки, материалы, крепежные изделия, технологические остатки) называется в данном документе «минимальным электрическим зазором». Определяется соответствующим стандартом по конструированию или утвержденной документацией. Изоляционный материал должен обеспечивать достаточную электрическую изоляцию. При отсутствии известного стандарта по конструированию пользуйтесь приложением А (выдержка из стандарта IPC-2221). Любое нарушение минимального электрического зазора является дефектом.

**1.4.6 Высоковольтные варианты применения**
Термин «высоковольтные варианты применения» варьируется в зависимости от конструкции и применения изделия. Требования к высоковольтным вариантам в данном документе применимы только когда специальные требования отражены в конструкторских чертежах/сопроводительной документации.

**1.4.7 Интрузивная пайка**
Технологический процесс, при котором паяльная паста для монтажа компонентов в отверстия наносится с применением трафарета или дозирующего устройства. Компоненты для монтажа в отверстия устанавливаются и производится пайка оплавлением совместно с компонентами поверхностного монтажа.

**1.4.8 Вытравливание**
Частичная потеря или удаление металла основания или покрытия в процессе пайки.

**1.4.9 Облой (компонент)**
Герметик или заливка вывода, выступающая от посадочной плоскости компонента. Содержит такие материалы, как керамика, эпоксидная смола или другие композитные материалы, встречается у литых компонентов.

**1.4.10 Технология Pin-in-Paste**
См. пункт 1.4.7 Интрузивная пайка.

**1.4.11 Диаметр провода**
В данном документе диаметр провода (D) – это суммарный диаметр проводника, включая изоляцию.

**1.5 Примеры и иллюстрации**
Многие приведенные примеры (иллюстрации) сильно увеличены, чтобы облегчить их классификацию.
Дефект класса 1 автоматически является дефектом для класса 2 и класса 3. Дефект класса 2 является дефектом для класса 3.
Пользователям данного стандарта необходимо уделить особое внимание предмету каждого раздела, во избежание неверного толкования.

# Вступительное слово (продолжение)

**1.6 Методология Контроля**

Принятие или отклонение решения должно основываться на представленных документах, таких как контракты, схемы, технические условия, стандарты и связанные с ними документы.

Оператор не должен выбирать класс изделия в процессе контроля (см.1.4.1). В его распоряжение следует предоставить документацию, которая определяет класс изделия.

Приемлемой альтернативой визуального контроля является технология автоматизированного контроля (ТАК). Многие характеристики, перечисляемые в данном документе, можно проверить системой ТАК. Более подробная информация о технологиях автоматизированного контроля содержится в стандарте IPC-AI-641 «Руководство пользователя автоматизированных систем контроля паяных соединений» и в IPC-AI-642 «Руководство пользователя автоматизированного контроля фотошаблонов, внутренних слоев и незаселенных печатных плат»

При желании заказчика воспользоваться требованиями промышленного стандарта при регулярном контроле и приемке, рекомендуется стандарт J-STD-001C, содержащий более детальные требования к пайке.

**1.7 Сверка размеров**

Нет необходимости производить реальные измерения, описанные в данном документе (то есть размещение определенных деталей и размеры паяного соединения, определение процентного соотношения), за исключением задач рецензирования. Все размеры, приведенные в этом стандарте, выражены в единицах СИ (международная система единиц) с аналогами Британской системы исчисления, указанными в скобках

**1.8 Увеличительные приборы и подсветка**

В некоторых случаях при проведении визуального контроля электронных сборок могут потребоваться дополнительные увеличительные приборы.

Допуск для увеличительных приборов составляет ±15% от выбранной кратности увеличения. Приборы увеличения, используемые для контроля, должны соответствовать инспектируемому изделию. Требуемая подсветка должна соответствовать применяемым приборам увеличения. Если требования к кратности увеличения не предусмотрены сопроводительной документацией, прилагаемой к изделию, кратность увеличения выбирается из таблиц 1-2 и 1-3ь в соответствии с исследуемым изделием.

Исследование производится при проверке изделия, отклоненного при кратности увеличения контроля. Для электронных изделий с различной шириной контактных площадок может быть использована повышенная кратность для всего изделия

**Таблица 1-2 Увеличение при контроле (ширины контактных площадок)**

| Ширина или диаметр контактной площадки[1] | Контроль | Исследование |
|---|---|---|
| | Кратность увеличения | Кратность увеличения |
| >1,0 мм (0,039 дюйма) | От 1.5х до 3х | 4× |
| >0,5 до ≤1,0 мм (от 0,020 до 0,039 дюйма) | От 3х до 7.5х | 10× |
| ≥0,25 до ≤0,5 мм (от 0,00984 до 0,020 дюйма) | От 7.5х до 10х | 20× |
| <0,25 мм (0,00984 дюйма) | 20× | 40× |

**Примечание 1**: части проводящих структур печатной платы, используемые для электрического контактного соединения и/или крепления компонентов

**Таблица 1-3 Применение увеличения в других случаях**

| | |
|---|---|
| Чистота (в случае применения технологического процесса отмывки) | Увеличение не требуется, См. Примечание 1 |
| Чистота (безотмывочный процесс см.10.5.4) | Примечание 1 |
| Влагозащитное покрытие/герметизация | Примечания 1,2 |
| Другое (Повреждения компонентов и проводов, и т.д.) | Примечание 1 |

**Примечание 1**: Визуальная инспекция может требовать использование увеличения, например, при инспекции высокоточных устройств увеличение может понадобиться для определения возможности влияния загрязнений на изменение размера, соответствия и функциональных характеристик изделия.

**Примечание 2**: Максимальная кратность увеличения должна составлять не более 4х.

# 2 Действующие документы

Приведенные ниже документы составляют часть данного издания, дополняя его.

## 2.1 Документы IPC[1]

| | |
|---|---|
| **IPC-HDBK-001** | Руководство по сравнению J-STD-001 с приложениями |
| **IPC-T-50** | Термины и определения по монтажу и конструированию электронных сборок |
| **IPC-CH-65** | Руководящие указания по отмывке печатных плат и сборок |
| **IPC-D-279** | Руководство по проектированию надежных модулей на печатных платах по технологии поверхностного монтажа |
| **IPC-D-325** | Требования к документации на печатные платы |
| **IPC-DW-425** | Конструирование и требования к конечному изделию для дискретных коммутационных плат |
| **IPC-DE-426** | Руководство по приемке дискретных коммутационных сборок |
| **IPC-TR-474** | Обзор технологий навесного монтажа |
| **IPC-A-600** | Критерии качества печатных плат |
| **IPC-HDBK-610** | Руководство по сравнению IPC-A-610 с приложениями (включая IPC-A-610B и C) |
| **IPC/WHMA-A-620** | Требования по монтажу и креплению кабелей, проводов и шлейфов |
| **IPC-AI-641** | Руководство пользователя автоматизированных систем контроля паяных соединений |
| **IPC-AI-642** | Руководство пользователя автоматизированного контроля фотошаблонов, внутренних слоев и незаселенных печатных плат |
| **IPC-TM-650** | Руководство по методам испытаний |
| **IPC-CM-770** | Руководящие указания по монтажу компонентов на печатные платы |
| **IPC-SM-782** | Стандарт по конструированию печатных плат с применением технологии поверхностного монтажа |
| **IPC-CC-830** | Аттестация и характеристики электроизоляционного компаунда для печатных узлов |
| **IPC-HDBK-830** | Руководство по разработке, выбору и применению влагозащитных покрытий |
| **IPC-SM-840** | Аттестация и характеристики жесткой паяльной маски |
| **IPC-SM-785** | Свойства и методы испытаний паяльных масок |
| **IPC-2220** | Серия стандартов по конструированию |
| **IPC-7095** | Процессы конструирования и сборки для корпусов BGA |
| **IPC-6010** | Серия стандартов по контролю качества и характеристикам печатных плат |
| **IPC-7711/21** | Руководство по ремонту и доработке печатных узлов |
| **IPC-9701** | Тестовые методы и требования к качеству паяных соединений выполненных по технологии поверхностного монтажа |

## 2.2 Межотраслевые документы[2]

| | |
|---|---|
| **IPC/EIA J-STD-001** | Требования к пайке электрических и электронных сборок |
| **IPC/EIA J-STD-002** | Тесты на паяемость выводов компонентов, контактных поверхностей и проводов |
| **IPC/EIA J-STD-003** | Тесты на паяемость печатных плат |
| **J-STD-004** | Требования к флюсам для пайки |
| **IPC/JEDEC J-STD-020** | Классификация чувствительности к влажности / пайке для негерметичных твердотельных компонентов поверхностного монтажа |
| **IPC/JEDEC J-STD-033** | Обращение, упаковка, транспортировка и использование чувствительных к влажности / пайке компонентов поверхностного монтажа |

## 2.3 Совместные документы по защите от электрической перегрузки и статического электричества[3]

**ANSI/ESD S8.1** Символы предупреждения об опасности электростатического разряда

**ANSI/ESD S-20.20** Защита электротехнических и электронных деталей, сборочных узлов и оборудования

## 2.4 Документы объединения электронной промышленности[4]

**EIA-471** Символы и этикетки для устройств, чувствительных к статическому электричеству

## 2.5 Документы Международной Электротехнической Комиссии (МЭК)[5]

**IEC/TS 61340-5-1** Защита электронных устройств от явлений статического электричества - общие требования

**IEC/TS 61340-5-2** Защита электронных устройств от явлений статического электричества - руководство пользователя

# Защита электронных сборок – ЭП/ЭСР и другие приемы манипулирования

Нижеприведенные темы относятся к данному разделу.

## 3.1 Предотвращение повреждения вследствие ЭП/ЭСР

Электростатический разряд (ЭСР) представляет собой мгновенный разряд энергии электрического поля, созданного источниками статического электричества. Если энергия разряда входит в контакт непосредственно с чувствительным компонентом, или с компонентом, расположенным достаточно близко, может произойти повреждение этого компонента. Компоненты, чувствительные к электростатическому разряду, подвержены действию таких импульсов с высокой энергией. Относительная чувствительность компонентов к ЭСР зависит от их конструкции и материалов. Чувствительность компонентов возрастает с уменьшением их размеров и с увеличением быстродействия.

Электрическая перегрузка (ЭП) возникает как результат неожиданного воздействия электрической энергии, что приводит к повреждениям компонентов. Такие повреждения могут быть вызваны многими другими источниками, такими, как технологическое электрооборудование или ЭСР, произошедшими при технологических воздействиях или обращении с компонентами.

В результате неправильного обращения компоненты, чувствительные к ЭСР, могут отказать или изменить свой номинал. Такие отказы могут быть явными или скрытыми. В результате явного отказа компонент может быть подвергнут дополнительной проверке и ремонту, или отбракован. Однако последствия срытого отказа гораздо серьезнее. Даже прошедший визуальный контроль и проверку работоспособности компонент может отказать, в процессе эксплуатации.

Важно обеспечить защиту чувствительных к ЭСР компонентов встроенными в конструкцию и корпус средствами защиты. На производственных и сборочных участках работа часто ведется с незащищенными электронными сборками (например, на испытательных стендах), подключенными к ЭСР-чувствительным компонентам. Необходимо извлекать такие компоненты из защитной упаковки только на защищенных от ЭП/ЭСР рабочих местах, оборудованных электростатической защитой (УЭСЗ). Данный раздел посвящен безопасному обращению с этими незащищенными электронными сборками.

В связи с эти рассмотрены следующие темы:

Информация данного раздела по сути носит общий характер. Дополнительные сведения можно найти в IPC/EIA J-STD-001, ANSI/ESD-S 20.20 и других аналогичных документах.

## 3.1.1 Предотвращение повреждения вследствие ЭП/ЭСР - Повреждение вследствие электрической перегрузки (ЭП)

Электрические компоненты могут быть повреждены случайным разрядом электрической энергии различных источников. Электрический разряд может возникать в результате накопления потенциала статического электричества, или в результате электрических импульсов различного электроинструмента, такого, как паяльники, оборудование контроля или другое технологическое электрическое оборудование. Некоторые устройства чувствительнее других. Степень чувствительности зависит от конструкции устройства. В общем можно сказать, что быстродействующие и миниатюрные устройства обладают большей чувствительностью, чем их более медленные и крупные предшественники. Назначение или серия компонента оказывают существенное влияние на чувствительность компонентов. Это происходит потому, что конструкция компонента позволяет ему реагировать на более слабые электрические источники, или в более широких частотных диапазонах. Рассматривая современные изделия, можно судить, что ЭП является более серьезной проблемой, чем несколько лет тому назад. В будущем эта проблема станет еще более критической.

При рассмотрении чувствительности изделия необходимо иметь в виду восприимчивость самого чувствительного компонента.

Перед тем, как взять в руки или приступить к работе с чувствительными элементами, следует тщательно проверить инструменты и оборудование, чтобы убедиться в отсутствии формирования ими разрушительной энергии, включая импульсные напряжения. Текущие исследования показывают допустимость напряжений и импульсов менее 0,5 В. Тем не менее, в связи с увеличением количества применяемых чувствительных компонентов требуется не допускать импульсы выше 0,3 В для паяльников, оборудования контроля и прочего технологического оборудования.

Согласно большинству требований по ЭСР, периодическими проверками можно подтвердить предотвращение повреждений, поскольку характеристики оборудования со временем могут ухудшиться. Для обеспечения длительного отсутствия повреждений по вине ЭП необходима программа технического обслуживания технологического оборудования.

Разумеется, повреждения из-за ЭП и ЭСР похожи, поскольку происходят по причине случайных электрических импульсов.

## 3.1.2 Предотвращение повреждения вследствие ЭП/ЭСР - Повреждения вследствие электростатического разряда (ЭСР)

**Таблица 3-1 Типовые источники статического заряда**

| | |
|---|---|
| Рабочие поверхности | Вощеные, крашеные или лакированные поверхности<br>Необработанный винил и пластики.<br>Стекло. |
| Полы | Гидроизолированный бетон<br>Вощеное или окончательно отделанное дерево.<br>Напольная плитка и ковровое покрытие |
| Одежда и персонал | Халат без защиты от ЭСР<br>Синтетические материалы.<br>Обувь без защиты от ЭСР.<br>Волосы. |
| Стулья | Дерево с окончательной отделкой.<br>Винил.<br>Стекловолокно.<br>Непроводящие колесики. |
| Упаковка и подручные материалы | Пластиковые мешки, обертки, конверты.<br>Оберточная лента, мыло.<br>Пенополистирол.<br>Тара, поддоны, ящики, корзины для деталей без защиты от ЭСР. |
| Сборочный инструмент и материалы | Форсунки под давлением.<br>Сжатый воздух.<br>Синтетические кисти.<br>Фены, вентиляторы.<br>Копиры, принтеры. |

**Таблица 3-2 Типовые величины статического напряжения**

| Источник | Влажность 10-20% | Влажность 65-90% |
|---|---|---|
| Ходьба по ковровому покрытию | 35000 В | 1500 В |
| Ходьба по виниловому покрытию | 12000 В | 250 В |
| Рабочий на месте | 6000 В | 100 В |
| Виниловый конверт (рабочие инструкции) | 7000 В | 600 В |
| Пластиковый пакет, взятый с рабочего места | 20000 В | 1200 В |
| Рабочий стул с пенопластовым сиденьем | 18000 В | 1500 В |

Наилучшим предотвращением повреждения вследствие ЭСР является сочетание предупреждения электростатических разрядов и исключение накопления зарядов статического электричества. Все технологии и оборудование защиты от ЭСР обращены к одному или обоим воздействиям.

Повреждение ЭСР вызывается электрической энергией, сформированной источниками статического электричества, применяемыми непосредственно к восприимчивому устройству, либо находящимися в непосредственной близости от него. Мы окружены источниками статического электричества. Мощность источника статического электричества тесно связана с его характеристиками. Для формирования энергии требуется относительное перемещение. Это может быть контактирование, разделение или трение материала.

Многие сильные источники являются изоляторами, поскольку они концентрируют энергию в месте ее формирования, или предоставляют ей возможность разрядиться ранее, чем она растечется по поверхности материала. Обращайтесь к таблице 3-1. Широко используемые материалы, такие, как пластиковые мешки или пенополистирольные контейнеры представляют собой мощные генераторы статического электричества, и по этой причине недопустимы на технологических участках, особенно на УЭСЗ. При снятии клейкой ленты с рулона может образоваться электростатический заряд величиной 20000 В. Даже сопла сжатого воздуха, перемещающие воздух над изолированной поверхностью, создают электростатический заряд.

Разрушительные статические заряды часто наводятся на близлежащих проводниках, например, на коже человека, и разряжаются в проводники печатного узла. Это может произойти, когда человек с электростатическим потенциалом касается собранного печатного узла. Электронные сборки могут быть повреждены при разряде через контактную площадку на компонент, чувствительный к ЭСР. Электростатические разряды могут быть слишком незначительны, чтобы их ощущал человек (менее 3500 В), и, тем не менее, они повреждают чувствительные элементы.

Типовые величины статического напряжения приведены в таблице 3-2.

## 3.1.3 Предотвращение повреждения вследствие ЭП/ЭСР - Предостерегающие таблички

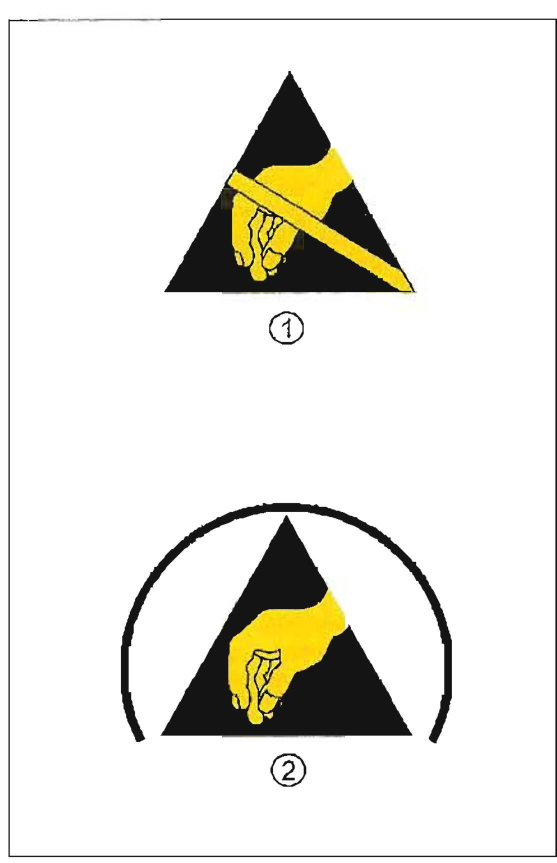



Рисунок 3-1
1. Символ чувствительности к ЭСР
2. Символ защиты от ЭСР

Предостерегающие таблички размещаются в рабочих помещениях и в местах размещения устройств, печатных узлов, оборудования и упаковок с предупреждением людей о вероятности повреждения устройств, с которыми они работают, вследствие электростатического или электрического перенапряжения.

Символ (1) является символом чувствительности к ЭСР. Изображен треугольник с протянутой рукой, перечеркнутой поперечной полосой. Используется для обозначения того, что электротехнический или электронный компонент или печатный узел чувствительны к повреждению от ЭСР.

Символ (2) является символом защиты от ЭСР. Он отличается от символа чувствительности к ЭСР тем, что с внешней стороны треугольника изображена дуга, и отсутствует поперечная полоса, перечеркивающая руку. Используется для обозначения изделий, имеющих специальную конструкцию для защиты чувствительных к ЭСР печатных узлов и устройств.

Символами (1) и (2) обозначаются чувствительные к ЭСР устройства или печатные узлы, то есть с ними следует обращаться соответствующим образом. Символы предлагаются ассоциацией ЭСР и описаны в стандарте ЭП/ЭСР S8.1, а также в стандартах ассоциации электронной промышленности (АЭП) EIA-471 и IEC/TS 61340-5-1.

Следует иметь в виду, что отсутствие символов не означает отсутствие чувствительности печатного узла к ЭСР. ***При возникновении сомнений в чувствительности печатного узла к ЭСР, с ним необходимо обращаться как с чувствительным к ЭСР устройством, пока не будет установлено обратное.***

## 3.1.4 Предотвращение повреждения вследствие ЭП/ЭСР - Защитные материалы

Чувствительные к ЭСР компоненты и печатные узлы, не задействованные в работе, должны быть защищены от источников статического электричества путем размещения их в статически безопасном окружении или рабочем месте. Такой защитой могут служить проводящие, статически экранированные ящики, пакеты или обертка

Чувствительные к ЭСР изделия следует вынимать из их защитных упаковок только на статически защищенных рабочих местах.

Важно понять различие между тремя типами защитных упаковочных материалов: (1) статически экранирующие (или защитная упаковка), (2) антистатические и (3) рассеивающие статику материалы.

**Статическая экранирующая упаковка** будет предотвращать электростатический разряд, проходящий по упаковке в печатный узел, повреждая его.

**Антистатические (слабо заряжающиеся) упаковочные материалы** используются для прокладок и промежуточной упаковки чувствительных к ЭСР компонентов. При перемещении антистатические материалы не формируют зарядов. Однако при возникновении электростатического разряда он может пройти сквозь упаковку и вызвать повреждение ЭП/ЭСР чувствительного к ЭСР компонента.

Материалы, рассеивающие статику, обладают достаточной проводимостью для рассеивания электростатических зарядов по поверхности, разряжая сгустки энергии. Детали, оставляемые на УЭСЗ, необходимо дополнительно упаковать в статические экранирующие материалы, обычно имеющие рассеивающие статику и антистатические внутренние слои.

Не заблуждайтесь по поводу «цвета» упаковочных материалов. Широко распространено мнение, что «черная» упаковка статически экранирована или имеет проводящие свойства, а «розовая» упаковка сама по себе антистатическая. Хотя, в общем, эти предположения могут быть верны, однако могут привести к ошибке. Кроме того, сейчас на рынке имеется множество новых прозрачных материалов, которые могут быть антистатическими и даже экранирующими от статики. Одно время предполагалось, что прозрачные упаковочные материалы могут представлять угрозу ЭП/ЭСР. Теперь это необязательно.

**Осторожно:**

*Некоторые экранирующие от статики и антистатические материалы, а также новейшие антистатические изделия могут влиять на паяемость печатных плат, компонентов и технологических материалов. Для печатных узлов в технологическом процессе выбирайте только не пачкающие упаковочные и подручные материалы, и пользуйтесь ими в соответствии с инструкциями поставщика. Очистка растворителем рассеивающих статику или антистатических поверхностей может ухудшить их электростатические свойства. При очистке соблюдайте рекомендации производителя.*

## 3.2 Рабочее место с защитой от ЭП/ЭСР/УЭСЗ

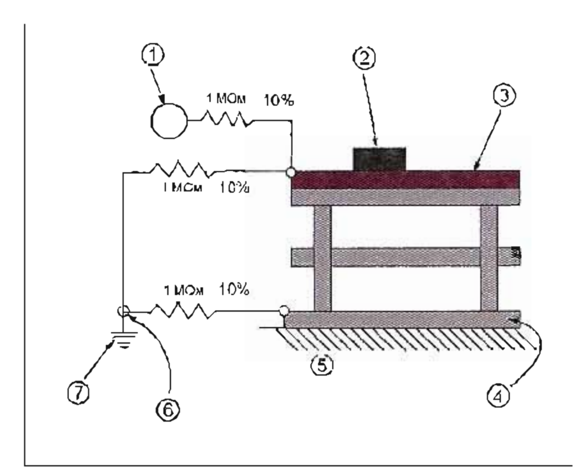



**Рисунок 3-2 Последовательно подключенный браслет**
1. Индивидуальный заземляющий браслет
2. Защитные ЭСР поддоны, шунты и т.д.
3. Защищенная от ЭСР крышка стола
4. Защищенный от ЭСР пол или настил
5. Пол здания
6. Общая точка заземления
7. Заземление

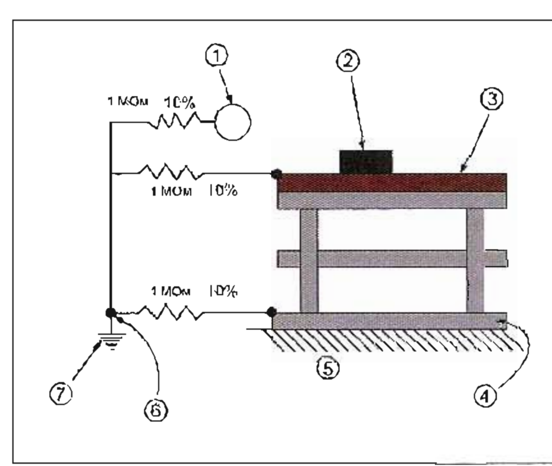



**Рисунок 3-3 Параллельно подключенный браслет**
1. Индивидуальный заземляющий браслет
2. Защитные ЭСР поддоны, шунты и т.д.
3. Защищенная от ЭСР крышка стола
4. Защищенный от ЭСР пол или настил
5. Пол здания
6. Общая точка заземления
7. Заземление

Рабочее место с защитой от ЭП/ЭСР предотвращает повреждение чувствительных компонентов от импульсов и статических разрядов при выполнении технологических операций. Защищенные рабочие места должны включать в свой состав предотвращение повреждения ЭСР путем исключения создающего импульсы ремонтного, технологического и проверочного оборудования. Паяльники и оборудование контроля способны создавать уровни энергии, способные вывести из строя чувствительные компоненты и серьезно ухудшить работу других.

Для защиты от ЭСР должен быть обеспечен отвод на заземление для нейтрализации статических зарядов, которые в противном случае могут разрядиться на устройства или электронные сборки. На рабочих местах с защитой от ЭП/ЭСР также имеются рассеивающие статику или антистатические поверхности, которые могут быть соединены с общим заземлением. Следует обеспечить контакт заземления с кожным покровом работка, предпочтительно при помощи браслета, чтобы исключить возникновение зарядов на коже или одежде.

Должны быть приняты меры системе защитного заземления для защиты работника от цепей под напряжением, что может произойти по небрежности или по причине отказа оборудования. Это обычно осуществляется при помощи сопротивления, включенного последовательно с заземлением, что также продлевает время разряда и предотвращает импульсы и выбросы энергии от источников ЭСР. Кроме того, необходимо организовать осмотр источников напряжения, которые могут оказаться на рабочем месте, чтобы обеспечить соответствующую защиту персонала от угрозы удара электрическим током.

В таблице 3-3 приведены данные допустимого сопротивления и времени разряда для обеспечения безопасности работы.

Примеры допустимой организации рабочих мест показаны на рисунках 3-2 и 3-3. Для более чувствительных образцов могут понадобиться ионизаторы воздуха. Выбор, размещение и эксплуатация ионизаторов должны производиться с учетом их максимальной эффективности.

**Таблица 3-3 Максимальное допустимое сопротивление и время разряда для обеспечения электростатической безопасности**

| От оператора через: | Максимально допустимое сопротивление | Максимально приемлемое время разряда |
|---|---|---|
| Напольное покрытие на заземление | 1000 МОм | Менее 1 с |
| Покрытие стола на заземление | 1000 МОм | Менее 1 с |
| Браслет на заземление | 100 Мом | Менее 0,1 с |

Примечание: Выбор значений сопротивления основан на применяемых напряжениях рабочего места для обеспечения безопасности персонала, а также для обеспечения соответствующего времени затухания или времени разряда потенциалов статического электричества.

## 3.2 Рабочее место с защитой от ЭП/ЭСР/УЭСЗ (продолжение)

Не допускайте на рабочем месте материалов, формирующих статические заряды, таких, как пенополистирол, пластмассовые экстракторы припоя, листовых протекторов, пластмассовых или бумажных скоросшивателей, а также личных вещей работников.

Периодически проверяйте рабочие места/УЭСЗ, чтобы убедиться в их работоспособности. Угрозы ЭП/ЭСР сборочным узлам и персоналу могут быть вызваны неверно выполненным заземлением или окислением контактов заземления. Следует периодически проверять и производить техническое обслуживание инструмента и оборудования для обеспечения правильной работы.

Примечание: Поскольку на каждом предприятии свои производственные условия, особое внимание следует уделять заземлению «третьим проводом» (так называемая «евророзетка/евровилка»). Зачастую, вместо подключения к рабочему контуру общего провода или к потенциалу заземления, третий заземляющий провод остается «висеть в воздухе» и приобретает потенциал от 80 до 100 В. Этим напряжением между третьим проводом и электронной сборкой, находящимся на правильно заземленном рабочем месте, можно повредить чувствительные к ЭП компоненты и травмировать персонал. Согласно некоторым техническим условиям ЭСР эти потенциалы должны равняться потенциалу общего провода. Настоятельно рекомендуется применять на рабочих местах/УЭСЗ электрические розетки с прерывателем замыкания на землю (ПЗЗ).

# 3.3 Манипулирование

## 3.3.1 Манипулирование - Руководящие указания

Следует исключить возможность загрязнения паяемых поверхностей до процесса пайки. Любой соприкасающийся с этими поверхностями предмет должен быть чистым. Когда печатные платы извлекаются из защитной упаковки, обращение с ними должно осуществляться с большой осторожностью. Допускается брать платы только за края в вдали от выводов краевых разъемов. Для выполнения любых механических операций необходимо использовать защитные перчатки, отвечающие требованиям защиты от ЭП/ЭСР. Данные требования являются наиболее критичными при использовании безотмывочных процессов сборки.

В любое время при входном контроле следует соблюдать осторожность для обеспечения целостности изделия. В таблице 3-4 приводятся основные указания.

Манипулировать чувствительными к влаге компонентами (согласно процедурам, классифицированным в стандарте IPC/JEDEC J-STD-020 или в аналогичной документации) следует в соответствии со стандартом J-STD-033 или аналогичной документацией.

**Таблица 3-4 Основные правила манипулирования сборочными электронными узлами**

| |
|---|
| 1. Содержать рабочее место чистым и опрятным. На рабочем участке не допускается принимать пищу, пить и курить. |
| 2. Для предотвращения повреждения электронных сборок и компонентов сократить манипулирование с ними. |
| 3. При использовании перчаток их следует менять при возникновении необходимости, чтобы не допускать загрязнения испачканными перчатками; смотри рисунок 3-4. |
| 4. Недопустимо касаться предназначенных для пайки поверхностей незащищенными руками или пальцами. Жировая смазка кожи и соли ухудшают паяемость, провоцируя коррозию и рост дендритов. Они могут также быть причиной ухудшения адгезии влагозащитных покрытий и энкапсулянтов. |
| 5. Не допускается пользоваться силиконосодержащими кремами для рук или лосьонами, поскольку они могут стать причиной возникновения проблем с паяемостью и адгезией покрытий. |
| 6. Никогда не класть печатные узлы стопой друг на друга, в противном случае возможно возникновение механических повреждений. Для временного хранения компонентов сборочные участки следует обеспечить специальными стеллажами. |
| 7. Всегда считать изделия чувствительными к ЭСР, даже при отсутствии на них маркировки |
| 8. Следует проводить обучение персонала и выполнять соответствующие работы и процедуры, исключающие ЭСР. |
| 9. Никогда не транспортировать чувствительные к ЭСР устройства без надлежащей упаковки. |

## 3.3.2 Манипулирование – Физические повреждения

Неправильным манипулированием можно легко повредить компоненты и печатные узлы (например, расколотые, выщербленные и сломанные компоненты и разъемы, погнутые или сломанные клеммы, сильно поцарапанные поверхности и площадки проводников). Физические повреждения такого рода могут разрушить весь печатный узел или отдельные компоненты.

## 3.3.3 Манипулирование – Загрязнения

Загрязнение при обращении незащищенными руками и пальцами может вызвать проблемы с качеством пайки и влагозащитным покрытием; типичными загрязнителями являются жировая смазка кожи и соли, а также кремы для рук. Жировая смазка кожи и кислоты ухудшают паяемость, способствуя появлению коррозии и дендритов. Они могут также быть причиной ухудшения адгезии влагозащитных покрытий и энкапсулянтов. Допускается применение специальных лосьонов, предназначенных для использования на участках сборки. Подобные загрязнения не всегда удаляются обычной очисткой. Наилучшим решением будет не допускать таких загрязнений.

Необходимо чаще мыть руки и брать печатные платы только за края, не касаясь контактных площадок и проводников, это будет способствовать уменьшению загрязнения. При использовании паллет и поддонов также позволит уменьшить количество загрязнений. Длительное использование защитных перчаток или напальчников может создать ложное ощущение обеспеченной защиты и через некоторое время стать большим источником загрязнений, чем чистые руки. Защитные перчатки и напальчники не подлежат повторному использованию и требуют частой замены. Защитные перчатки и напальчники должны тщательно выбираться и своевременно утилизироваться.

## 3.3.4 Манипулирование – Электронные сборки

Даже при отсутствии маркировки чувствительности к ЭСР на печатном узле, обращаться с ним следует как с чувствительным к ЭСР элементом. Тем не менее, чувствительные к ЭСР компоненты и печатные узлы требуется идентифицировать соответствующими наклейками (рисунок 3-1). Непосредственно на некоторых чувствительных элементах также наносится маркировка, особенно на краевых разъемах. Для предотвращения повреждений чувствительных компонентов по причине ЭП/ЭСР все манипуляции, распаковка, сборка и проверка должны проводиться на электростатически защищенном рабочем месте (рисунки 3-2 и 3-3).

## 3.3.5 Манипулирование – После пайки

После операций пайки и отмывки обращение печатными узлами по-прежнему требует большой осторожности. Особенно трудно удалить отпечатки пальцев, они часто проявляются на печатных узлах с влагозащитным покрытием после климатических испытаний.

Для предотвращения подобных загрязнений следует пользоваться перчатками и другими защитными средствами манипулирования. При операциях отмывки пользуйтесь полностью защищенными от ЭСР механическими стойками или корзинами.

## 3.3.6 Манипулирование – Перчатки и напальчники

При контакте с изделиями во избежание загрязнения деталей и печатных узлов могут понадобиться перчатки или напальчники. Перчатки и напальчники следует выбирать тщательно, чтобы обеспечить защиту от ЭП/ЭСР.

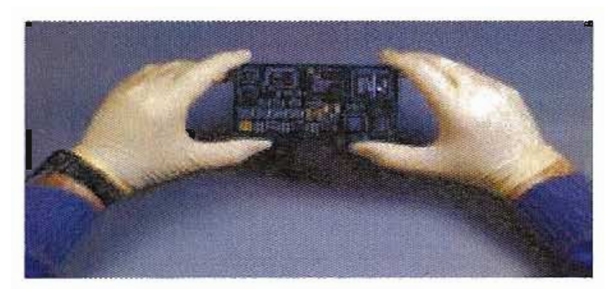


**Рис. 3-4**

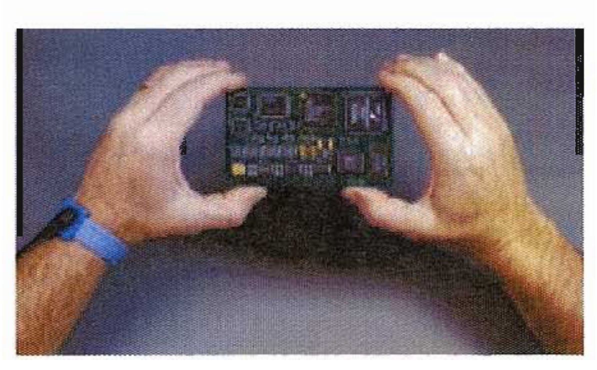


**Рис. 3-5**

**На рисунках 3-4 и 3-5 приведены примеры:**

- Манипулирование в чистых перчатках и при полной защите от ЭП/ЭСР.
- При отмывке манипуляции осуществляются в перчатках стойких к воздействию растворителей, отвечающих всем требованиям защиты от ЭП/ЭСР.
- Манипулирование чистыми руками за края печатной платы при использовании полной защиты от ЭП/ЭСР

**Примечание:** Любые чувствительные компоненты на печатном узле, могут быть повреждены, если манипулировать без защиты от ЭП/ЭСР. Такое повреждение может быть в виде срытого дефекта, или в виде ухудшения характеристик изделия необнаруженных при контроле, или в форме отказов, выявленных при испытаниях.

# 4 Механическая сборка

К механической сборке относится размещение электронных устройств на печатной плате, или на других типах электронных сборок с использованием: винтов, болтов, гаек, прокладок, фиксаторов, хомутов, монтажных стоек, клеев, подвязок, заклепок, соединительных штырей и так далее.
Данный раздел в первую очередь касается правильного крепления (затяжки), а также проверки повреждений устройств, крепежных изделий и монтажной поверхности, которые могут произойти при механической сборке.

Данный раздел охватывает визуальные способы оценки. Соответствие требованиям к моменту затяжки следует проверять по документации заказчика. Процедурой проверки удостоверяется, что повреждения компонентов или сборки отсутствуют. Если моменты затяжки не определены, следуют сложившимся в промышленности способам действий.

Примечание: данный раздел не охватывает требования к саморезам.

Визуальный контроль осуществляется по следующим критериям оценки:

a. Правильные детали и механические крепления
b. Правильная последовательность сборки
c. Правильная защита и герметизация деталей и механических креплений
d. Отсутствие видимых повреждений
e. Правильная ориентация деталей и механических креплений

В разделе рассматриваются следующие темы:

# 4.1. Механическая сборка

## 4.1.1 Монтаж крепежных изделий – Электрический зазор

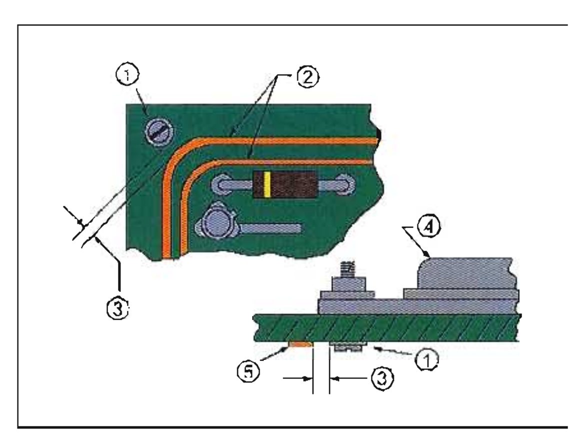


Рисунок 4-1
1. Металлическое крепежное изделие
2. Проводники и контактные площадки
3. Заданный минимальный электрический зазор
4. Смонтированный элемент
5. Проводник

**Приемка – класс 1,2,3**

* Расстояние между необъединенными проводниками не нарушает минимальный электрический зазор (3). Показано на рисунке 4-1 как расстояние между (1) и (2), а так же (1) и (5)

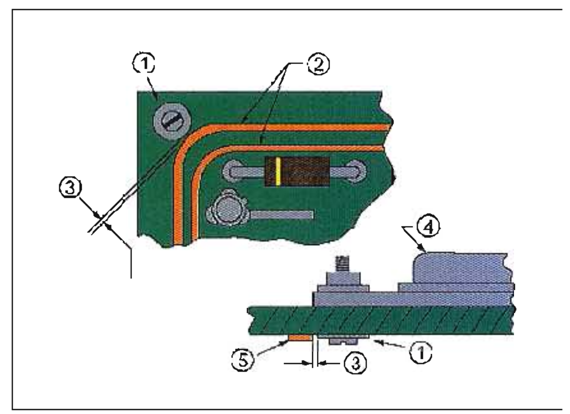


Рисунок 4-2
1. Металлическое крепежное изделие
2. Проводники и контактные площадки
3. Заданный минимальный электрический зазор
4. Смонтированный элемент
5. Проводник

**Дефект: класс 1,2,3**

*Крепежные изделия уменьшили расстояние меньше заданного минимального электрического зазора.

## 4.1.2 Монтаж крепежных изделий – Наплывы припоя



Рисунок 4-3

**Приемка: класс 1,2,3**

*Монтажные поверхности свободны от наплывов припоя или препятствия соответствуют требованиям по сборке.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Избыток припоя (неровность) на монтажных отверстиях для крепления печатного узла.

*Любые помехи для монтажа крепежных изделий

## 4.1.3 Монтаж крепежных изделий – Нарезные фиксаторы

За срез нарезной крепежной детали (например, гайки) должно выступать как минимум полтора витка резьбы, если иное не определено чертежами. Резьба болтов или винтов может находиться на уровне среза нарезной крепежной детали, только если витки резьбы могут соприкасаться с другими элементами или проводами, и когда применяется стопорный механизм.

Длина выступающей нарезной части не может превышать 3,0 мм (0,12 дюйма) плюс полтора витка резьбы для болтов или винтов длиной до 25 мм (0,984 дюйма) или 6,3 мм (0,248 дюйма) плюс полтора витка резьбы для болтов или винтов длиной свыше 25 мм (0,984 дюйма). Это обеспечивается так, что выступающая часть не соприкасается с соседними деталями и соблюдаются требования к расчетным электрическим зазорам.

# 4.1.3 Монтаж крепежных изделий – Нарезные фиксаторы (продолжение)

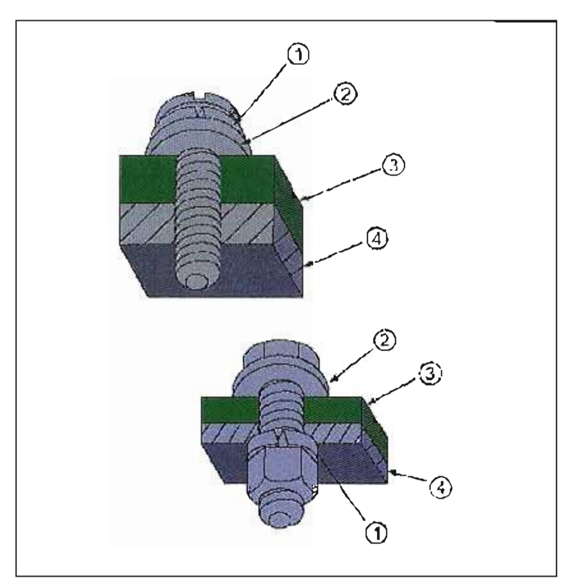



Рисунок 4-4
1. Стопорная шайба
2. Гладкая шайба
3. Непроводящий материал(ламинат и так далее)
4. Металл (непроводящий шаблон или фольга)

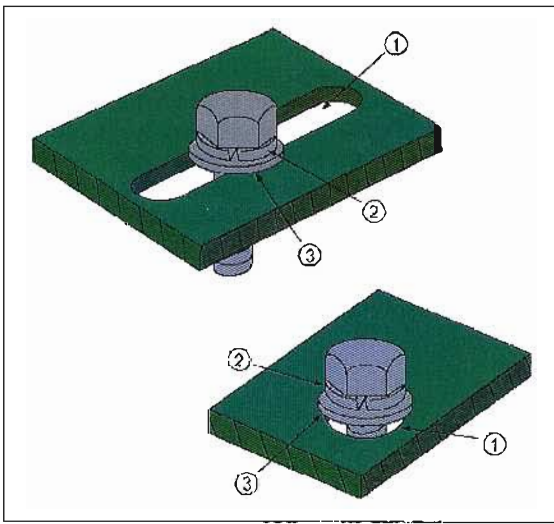



**Рисунок 4-5**
**1. Паз или отверстие**
**2. Стопорная шайба**
**3. Гладкая шайба**

**Приемка – класс 1,2,3**
*Правильная последовательность крепежных изделий.

*Паз перекрыт гладкой шайбой (рис. 4-5).

*Отверстие перекрыто гладкой шайбой (рис. 4-5).

**Приемка – класс 1**
**Дефект – класс 2,3**
*Меньше чем полтора витка резьбы выступают за срез нарезной крепежной детали (например, гайки), если не предусмотрен иной способ фиксации.

* Длина выступающей нарезной части превышает 3,0 мм (0,12 дюйма) плюс полтора витка резьбы для болтов или винтов длиной до 25 мм (0,984 дюйма).

*Длина выступающей нарезной части превышает 6,3 мм (0,248 дюйма) плюс полтора витка резьбы для болтов или винтов длиной свыше 25 мм (0,984 дюйма).

*Болты или винты без стопорных механизмов меньше чем на полтора витка резьбы выступают за срез нарезной крепежной детали.

# 4.1.3 Монтаж крепежных изделий – Нарезные фиксаторы (продолжение)

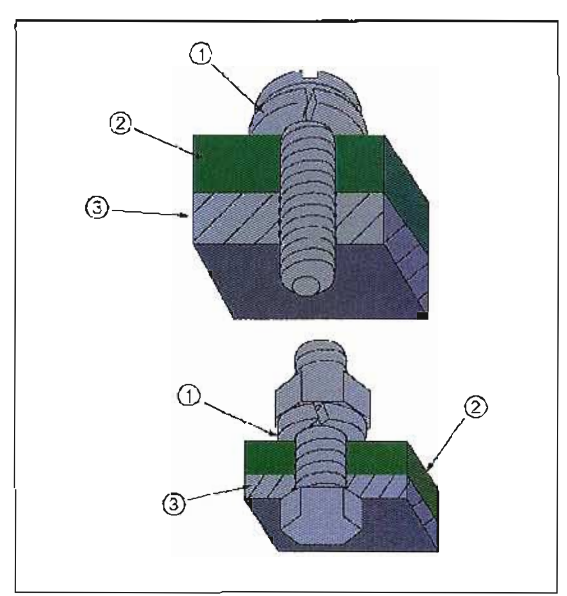



Рисунок 4-6
1. Стопорная шайба
2. Непроводящий материал
3. Металл (непроводящий шаблон или фольга)

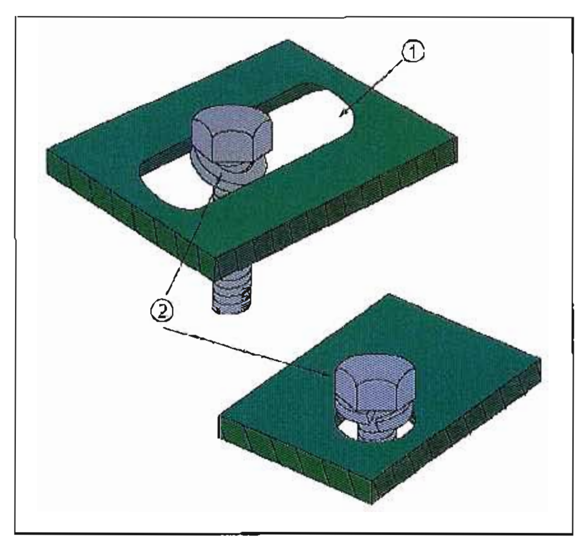



Рисунок 4-7
1. Паз или отверстие
2. Стопорная шайба

**Дефект:** класс 1,2,3

*Выступающая нарезная часть винта мешает смежным компонентам.

*Материалы или последовательность монтажа не соответствуют чертежам.

*Стопорная шайба располагается напротив неметаллического предмета/ламината.

*Отсутствие гладкой шайбы (рис. 4-6).

*Крепление отсутствует или выполнено неверно (рис. 4-7).

# 4.1.3.1 Монтаж крепежных изделий – Нарезные фиксаторы – Момент затяжки

Когда электрические соединения выполняются при помощи нарезных фиксаторов, эти фиксаторы должны быть подтянуты для обеспечения надежности соединения. При использовании стопорной шайбы разрезного типа фиксаторы должны быть затянуты настолько, чтобы поджать стопорную шайбу. При необходимости фиксаторы затягиваются до определенной величины момента затяжки.

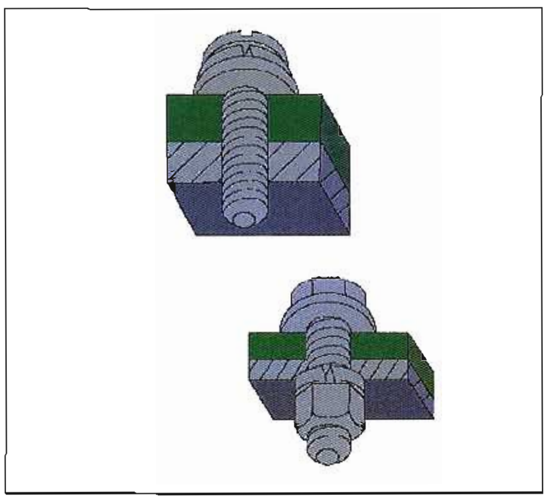


Рисунок 4-8

**Приемка – класс 1,2,3**

*Фиксаторы плотно затянуты, и стопорные шайбы, при их использовании, полностью поджаты.



Рисунок 4-9

**Дефект: класс 1,2,3**

*Стопорная шайба не поджата.

# 4.1.3.2 Монтаж крепежных изделий – Нарезные фиксаторы – Провода

Когда не требуется применение монтажных лепестков, провода оборачивают вокруг клемм винтового типа способом, который исключает появление слабины при подтяжке винта, а концы провода следует укоротить, чтобы избежать закорачивания на землю или на другие токоведущие проводники.
При наличии шайбы провод/проводник помещается под шайбу.
Если не указано иное, все требования применяются к многожильным и одножильным проводникам.

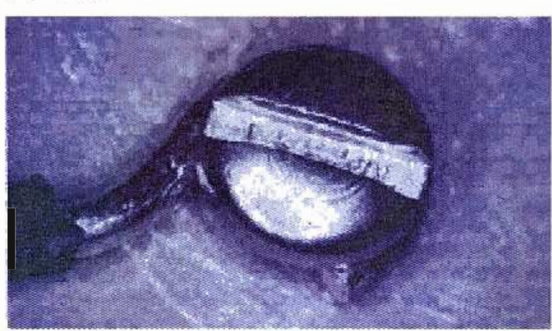


Рисунок 4-10

**Образец-класс 1,2,3**
*Жилы провода плотно свиты между собой (многожильный проводник).
*Провод обвит минимум на 270° вокруг винта.
*Конец провода закреплен под головкой винта.
*Провод навит в правильном направлении.
*Все жилы находятся под головкой винта.

# 4.1.3.2 Монтаж крепежных изделий – Нарезные фиксаторы – Провода (продолжение)


Рисунок 4-11


Рисунок 4-12

**Приемка – класс 1,2,3**

*Провод навит вокруг винта в правильном направлении, но несколько жил не навиты при подтягивании винта.

*Менее 1/3 диаметра навитого провода выступает из-под головки винта.

*Провод, выходящий за пределы головки винта не нарушает величины минимального электрического зазора.

*Механическое крепление провода находится в контакте между головкой винта и контактной поверхностью на протяжении дуги минимум 180°.

*В области контакта отсутствует изоляционный материал.

*Провод не перекрывает сам себя.

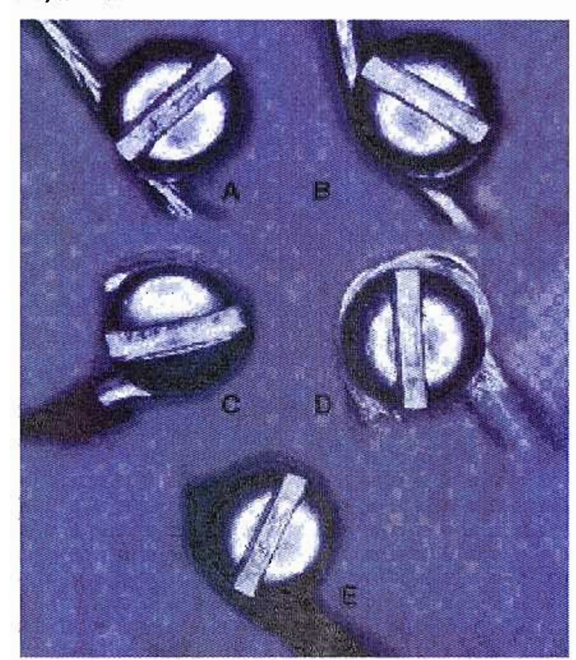


Рисунок 4-13

**Дефект: класс 1,2,3**

*Провод не обернут вокруг винта (А).

*Провод уложен с перекрытием (В).

*Луженый провод обернут в неправильном направлении (С).

*Многожильный провод уложен в неправильном направлении (при затягивании винта происходит раскручивание витых жил провода) (D).

*Изоляционный материал в контактной области (Е).

*Многожильный провод облужен (непоказано).

*Отсутствие припоя и клея в соответствии с требованиями заказчика (непоказано).

## 4.2 Разъемы, ручки, экстракторы, замки

В данном разделе показаны некоторые из многих различных типов разъемов, ручек, экстракторов, монтируемых на заклепках. Необходимо визуально проверять наличие трещин или повреждений данных изделий.

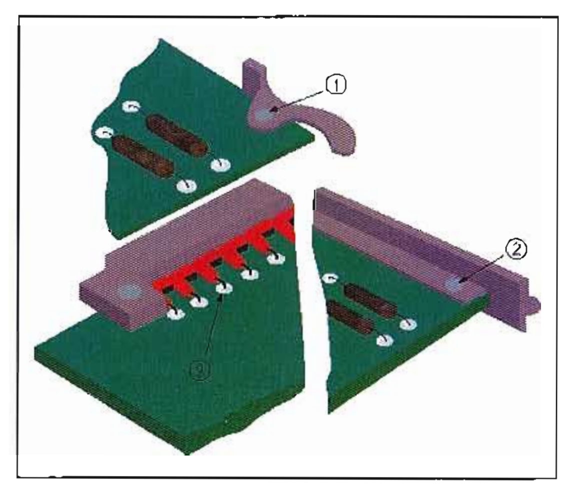



**Рисунок 4-14**
1. **Экстрактор**
2. **Предохраняющее изделие**
3. **Вывод компонента**

**Образец-класс 1,2,3**

*Отсутствие повреждений на деталях, печатной плате и крепежных изделиях (заклепках, винтах и так далее).

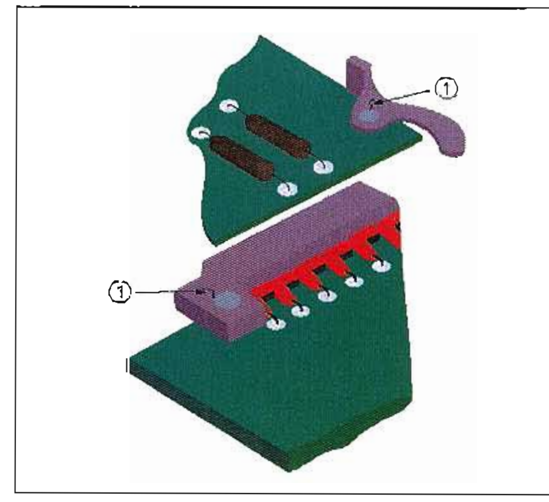



**Рисунок 4-15**
1. **Трещина**

**Приемка – класс 1**

*Трещины смонтированной детали не превышают 50% расстояния между монтажным отверстием и формованной кромкой.

**Дефект: класс 1**

*Трещины смонтированной детали превышают 50% расстояния между монтажным отверстием и формованной кромкой.

**Дефект: класс 2,3**

*Трещины в смонтированной детали.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Трещина соединяет монтажное отверстие с кромкой.

*Повреждение/напряжение выводов разъема.

# 4.3 Соединительные штыри

Данный раздел касается двух типов штырей: штыри концевых разъемов и соединительные штыри. Монтаж этих изделий производится обычно автоматизированным оборудованием. Визуальный контроль этой механической операции включает в себя: обнаружение нормальных штырей, поврежденных штырей, погнутых и сломанных штырей, поврежденных пружинных контактов и повреждение основы или проводящих площадок. Критерии качества монтажа соединительных штырей смотри в разделе 7.1.8. Дефекты смотри в разделе 9.5.

## 4.3.1 Соединительные штыри – Штыри концевых разъемов

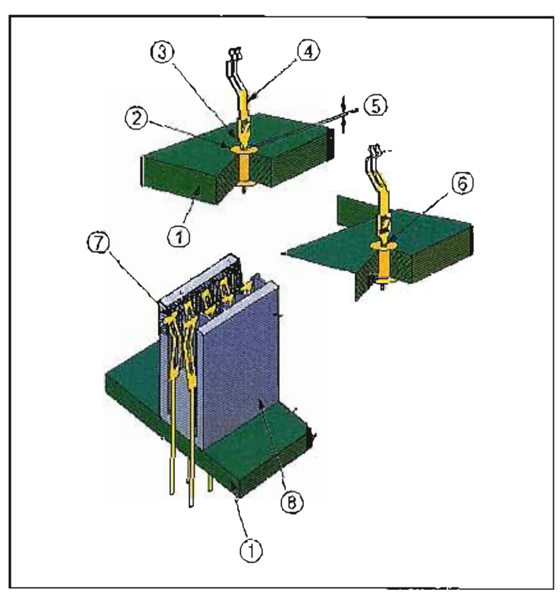



**Рисунок 4-16**

1. Печатная плата
2. Контактная площадка
3. Поясок
4. Контакт
5. Зазор
6. Отсутствие повреждения контактной площадки
7. Явное повреждение отсутствует
8. Изолятор

**Приемка – класс 1,2,3**

*Контакт не сломан и не скручен. Зазор в допустимых пределах.

*Контактная площадка не повреждена.

*Контакт помещен в изолятор.

**Примечание**: Для обеспечения возможности применения инструментов для демонтажа штырей, зазор между пояском контакта и контактной площадкой должен соответствовать требованиям ремонтного инструмента каждого производителя.

# 4.3.1 Соединительные штыри – Штыри концевых разъемов (продолжение)

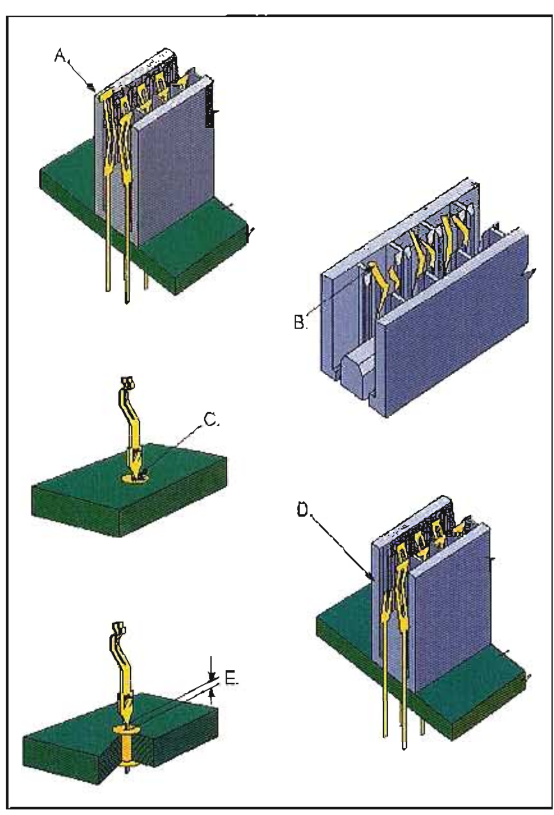



Рисунок 4-17

**Дефект: класс 1,2,3**

- Контакт располагается выше изолятора (A).
- Контакт перекручен или деформирован иным образом (B).
- Повреждена контактная площадка (C).
- Контакт сломан (D).
- Зазор между пояском контакта и контактной площадкой превышает заданный (E).

## 4.3.2 Соединительные штыри – Запрессованные штыри

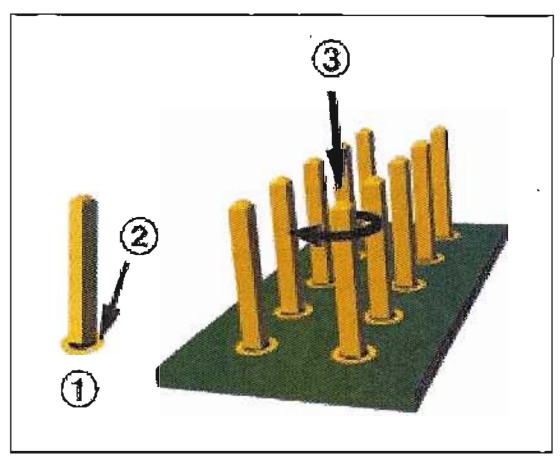



**Рисунок 4-18**
1. Отсутствие явного повреждения
2. Контактная площадка
3. Отсутствие явного скручивания

**Образец-класс 1,2,3**

*Штыри прямые, не перекручены и установлены правильно.

*Видимые повреждения отсутствуют.

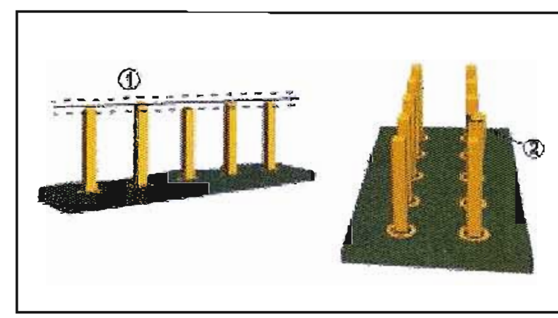



**Рисунок 4-19**
1. Допуск на высоту штыря
2. Менее 50% толщины штыря

**Приемка – класс 1,2,3**

*Штыри слегка погнуты от оси на 50% толщины штыря и менее.

*Высота штырей изменяется в пределах допуска.

**Примечание**: Номинальная высота штыря определяется техническими условиями на разъем или чертежом общего вида. Соединительные штыри и состыкованный разъем должны иметь хороший электрический контакт.

# 4.3.2 Соединительные штыри – Запрессованные штыри (продолжение)

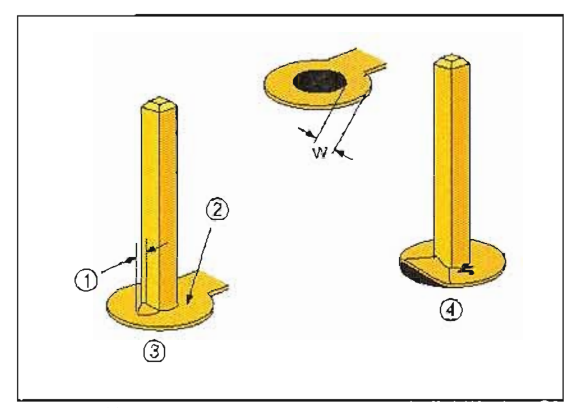



**Рисунок 4-20**

1. **Площадка приподнята на 75% или менее от кольца**
2. **Контактная площадка с проводником**
3. **Неповрежденная контактная площадка**
4. **Контактная площадка приподнята, повреждена, но имеет хорошее механическое крепление (не является функциональной)**

**Приемка – класс 1,2**

*Приподнято 75% или менее ширины (W) секторного кольца.

*Допускается принимать поврежденные незадействованные контактные площадки на односторонних и двухсторонних печатных платах при условии их прочного закрепления на печатной плате на не поднятых участках.

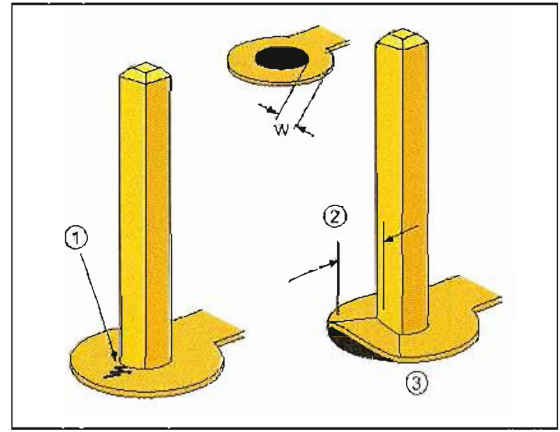



**Рисунок 4-21**

1. **Контактная площадка с трещиной**
2. **Функциональная контактная площадка приподнята более чем на 75% кольца**
3. **Приподнятая контактная площадка**

**Дефект – класс 1,2**

*Любое из задействованных секторных колец приподнято на ширине (W) более 75%.

**Дефект – класс 3**

*Любые поднятые или треснутые секторные кольца с вставленными автоматом штырями.

**Примечание:** Дополнительная информация содержится в разделе 10.2.9.2 «Повреждения проводников / контактных площадок - Поднятые опоры/контактные площадки».

# 4.3.2 Соединительные штыри – Запрессованные штыри (продолжение)

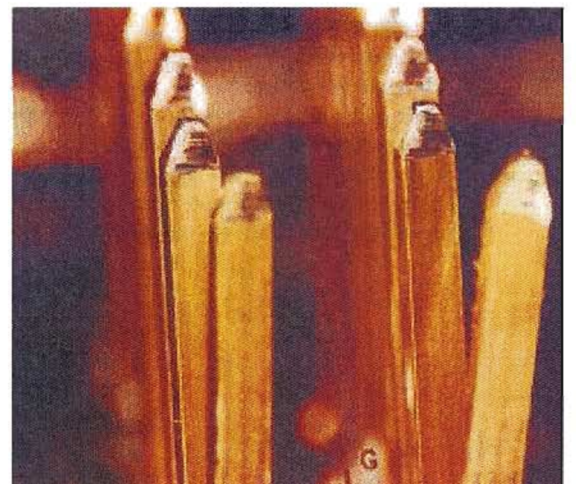
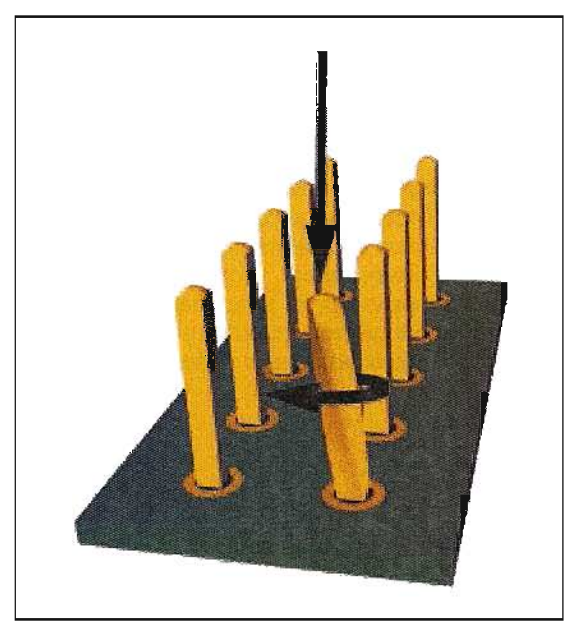


Рисунок 4-22

**Дефект – класс 1,2,3**
*Сильный изгиб штыря (штырь изогнут от оси более чем на 50% своей толщины)


Рисунок 4-23

**Дефект – класс 1,2,3**
*Видимое скручивание штыря.

# 4.3.2 Соединительные штыри – Запрессованные штыри (продолжение)

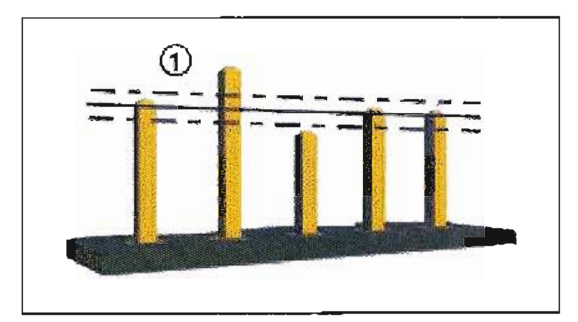



Рисунок 4-24

**Дефект – класс 1,2,3**
*Высота штыря превышает заданный допуск.

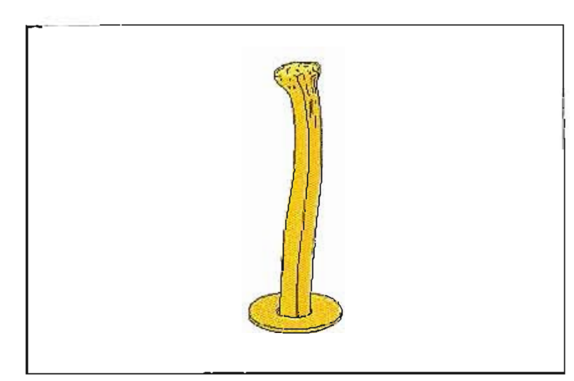


Рисунок 4-25

**Дефект – класс 1,2,3**
*Штырь поврежден в результате манипуляций или монтажа.
*Принял форму гриба.
*Погнут.

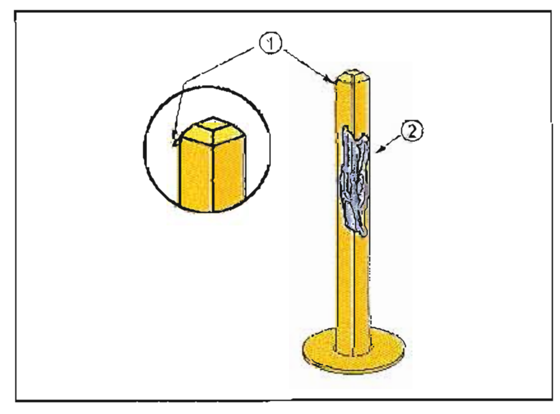



Рисунок 4-26
1. Заусенец
2. Отсутствие металлизации

**Дефект – класс 1,2,3**
*Поврежденный штырь (обнажен основной металл).

**Дефект – класс 2,3**
*Заусенец.

## 4.3.2.1 Запрессованные штыри – Пайка

Термин «запрессованные штыри» является общим и распространяется как на штыри, как и на разъемы, стойки, не требующие пайки. Если пайка требуется, то применяются следующие критерии.

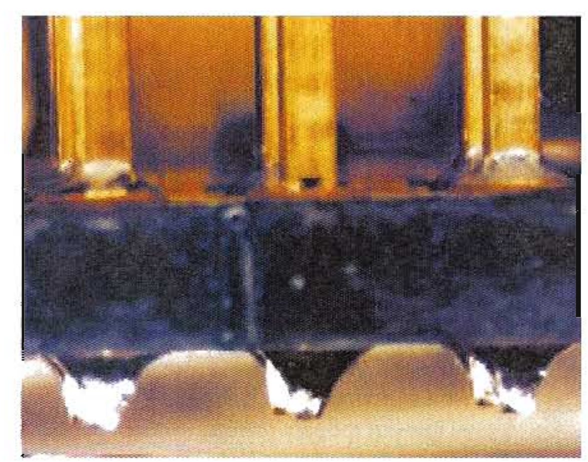


Рисунок 4-27

**Образец – класс 1,2,3**
*Галтель припоя вокруг вывода распространяется на 360° с нижней стороны.

**Примечание:** Требования к форме галтели с верхней стороны не предъявляются

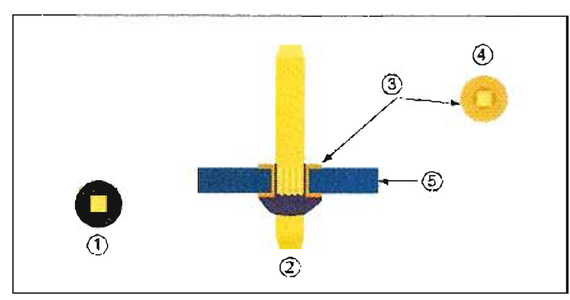



**Рисунок 4-28**
1. **Вид снизу**
2. **Вид сбоку**
3. **Контактная площадка**
4. **Вид сверху**
5. **Печатная плата**

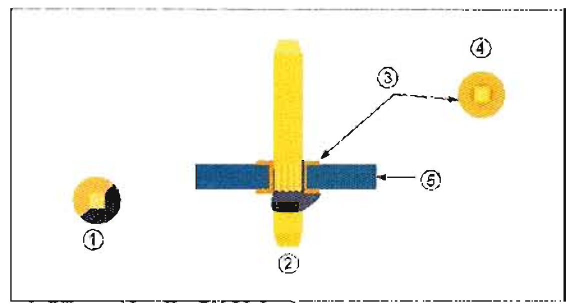



**Рисунок 4-29**
1. **Вид снизу**
2. **Вид сбоку**
3. **Контактная площадка**
4. **Вид сверху**
5. **Печатная плата**

**Приемка – класс 1,2**
*Галтель припоя (с нижней стороны) охватывает половину вывода

## 4.3.2.1 Запрессованные штыри – Пайка (продолжение)

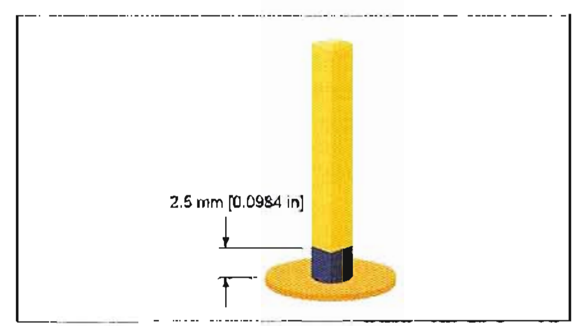



Рисунок 4-30

**Приемка – класс 1**

*Допускается затекание припоя по штырю на высоту более 2,5 мм, если припой не будет касаться детали соединяемой со штырем

**Приемка – класс 2,3**

*Допускается затекание припоя по штырю на высоту менее 2,5 мм, если припой не будет касаться детали соединяемой со штырем

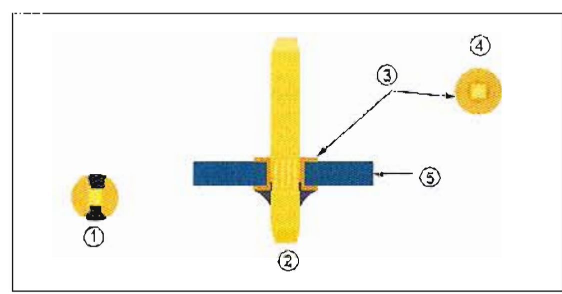


Рисунок 4-31

1. Вид снизу
2. Вид сбоку
3. Контактная площадка
4. Вид сверху
5. Печатная плата

**Дефект – класс 1,2**

*Галтель припоя охватывает меньше половины вывода штыря на нижней стороне

**Дефект – класс 3**

*Галтель припоя охватывает меньше 4-х сторон вывода штыря на нижней стороне

**Дефект – класс 1,2,3**

*Припой создает препятствие для контакта соединяемой детали со штырем

**Дефект – класс 2,3**

* Затекание припоя по штырю на высоту более 2,5 мм

## 4.3.3 Соединительные штыри – Торцы

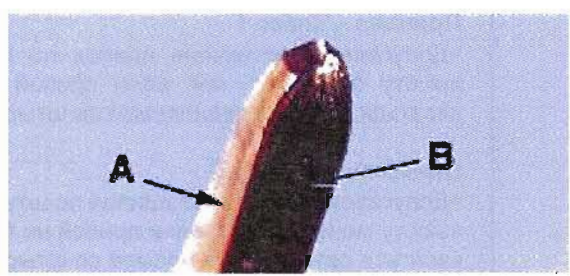



**Рисунок 4-32**

A. **Обрезанная/не контактирующая поверхность соединительного штыря**

B. **Штампованная/контактирующая поверхность соединительного штыря**

**Приемка – класс 1,2,3**

*Скол на не контактирующей поверхности соединительного штыря.

*Блестящая контактирующая поверхность свидетельствует о не удаленном покрытии с поверхности соединительного штыря.

*Скол, который вторгается в зону контактирующей поверхности соединительного штыря, но не попадет в зону контакта с разъемом.

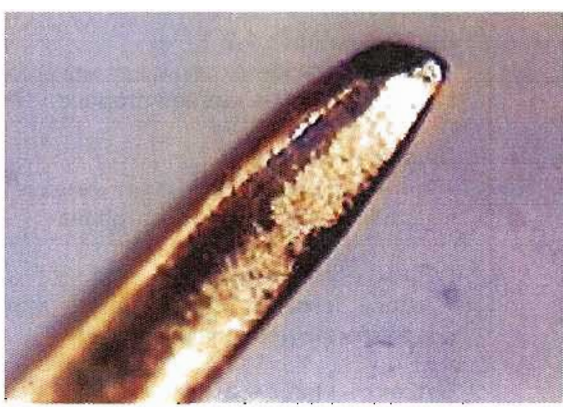


**Рисунок 4-33**



**Рисунок 4-34**

**Дефект – класс 1,2,3**

*Соединительный штырь со сколом (см. рис. 4-33).

*Царапины (большое количество) на тонком покрытии или базовом металле штыря.

*Отсутствие покрытия в требуемых местах.

*Заусенец на штыре (см. рис. 4-34).

*Трещина в базовом материале печатной платы

*Выдавливание меди из отверстия с нижней стороны печатной платы при запрессовке штыря.

\

# 4.4 Вязка проводов в жгуты

За дополнительными критериями обращайтесь к стандарту IPC/WHMA-A-620.

## 4.4.1 Вязка проводов в жгуты – Общие положения

**Примечание:** Не производить очистку растворителями ленты для жгутов, пропитанной воском. Для класса 3 применение пчелиного воска не допускается.

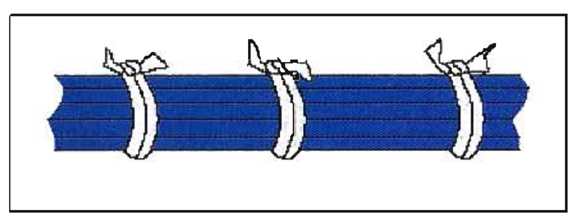


**Рисунок 4-35**

**Образец-класс 1,2,3**

*Точки подвязки аккуратные и тугие, распределены так, что провода образуют плотный аккуратный жгут.

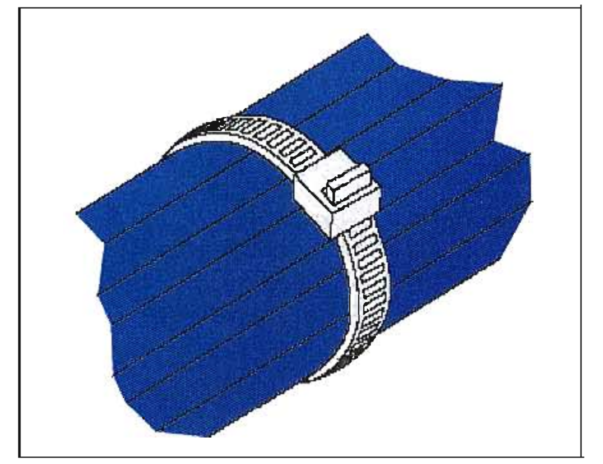


**Рисунок 4-36**

**Приемка – класс 1,2,3**

*Конец стяжки:

- *Выступает максимум на толщину стяжки.
- *Имеет прямоугольное сечение среза относительно лицевой части стяжки.

*Провода стянуты в жгут.

## 4.4.1 Вязка проводов в жгуты – Общие положения (продолжение)

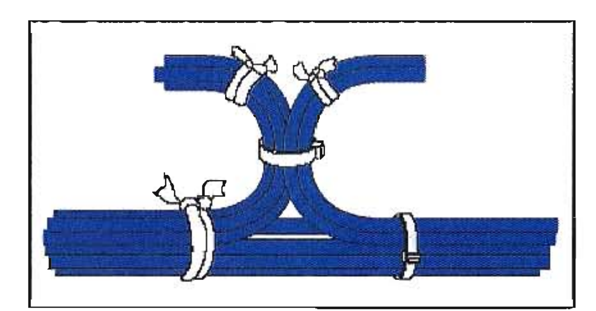


Рисунок 4-37

**Приемка – класс 1,2,3**

*Шнуры или стяжки располагаются по обеим сторонам разветвления проводов.

*Точки стяжки аккуратные и тугие.

*Провода стянуты в жгут.

*Для надежного скрепления проводов используется прямоугольный узел, хирургический узел или другие принятые узлы, как показано на рис. 4-38.

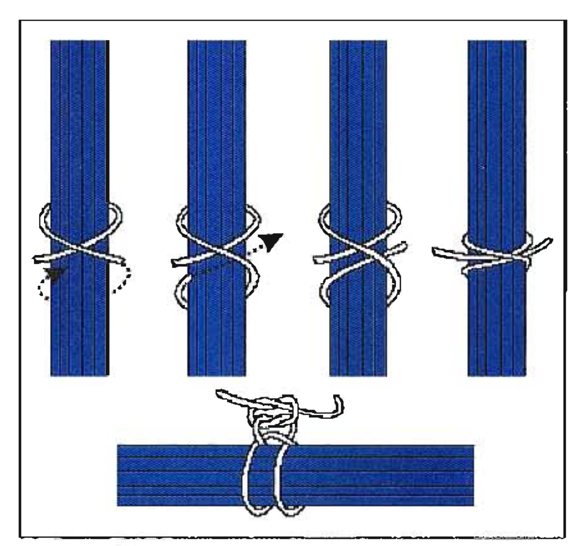


Рисунок 4-38

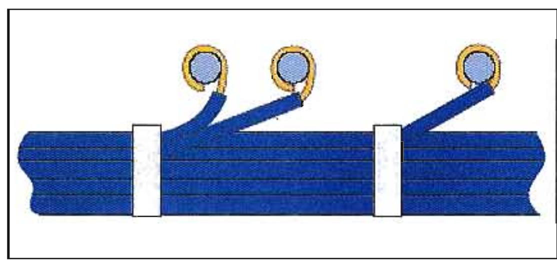


Рисунок 4-39

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**

*Провод под стяжкой натянут.

## 4.4.1 Вязка проводов в жгуты – Общие положения (продолжение)

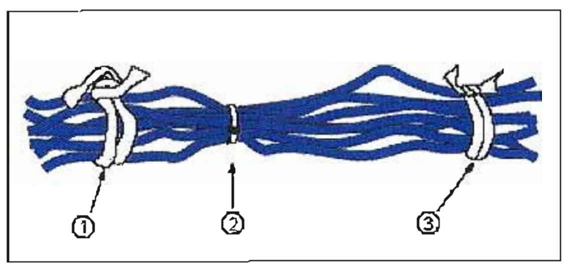



**Рисунок 4-40**

1. **Узел ослаблен**
2. **Затяжка излишне тугая. Изоляция прорезана стяжками**
3. **Жгут ослаблен**

**Дефект: класс 1,2,3**

*Местная стяжка или узел ослаблены.

*Стяжка врезалась в изоляцию.

*Жгут ослаблен.

*Кабель стянут рифовым узлом. Такая стяжка может в результате ослабнуть

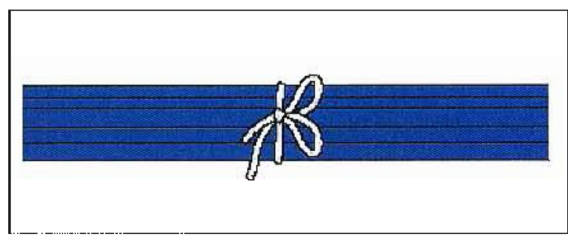


**Рисунок 4-41**

## 4.4.2 Вязка проводов в жгуты – Вязка жгутов

Вязка жгутов отличается от стяжки кабелей наличием длинного шнура. Точки перехвата в жгуте располагаются ближе, чем стяжки кабеля. Прочие способы оценки стяжки кабелей применимы также к вязке жгутов.

**Примечание:** Не производить очистку растворителем ленты для жгута, пропитанной воском. Для класса 3 применение пчелиного воска не допускается.

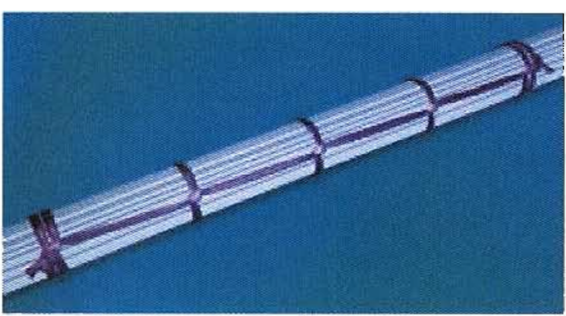


Рисунок 4-42

**Приемка – класс 1,2,3**

*Вязка жгута начинается и заканчивается узлом.

*Жгут увязан плотно, и провода закреплены аккуратным пучком.

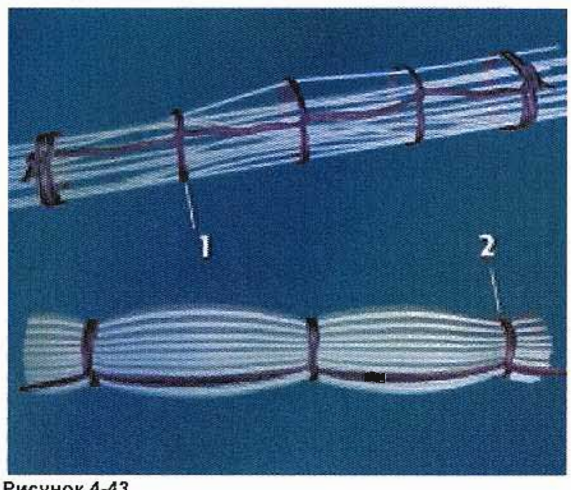



Рисунок 4-43

**Дефект: класс 1,2,3**

*Жгут ослаблен, в жгуте ослаблены провода (1).

*Жгут увязан слишком плотно, связки врезались в изоляцию (2).

## 4.4.2 Вязка проводов в жгуты – Вязка жгутов – Повреждения

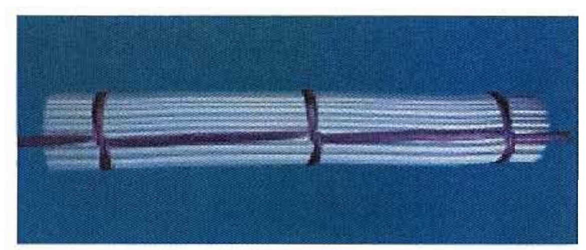


Рисунок 4-44

**Образец-класс 1,2,3**

*Точки подвязки не потерты, не изношены и не обрублены ни в каком месте.

*Точки подвязки не имеют острых концов, которые могут причинить вред персоналу или оборудованию.

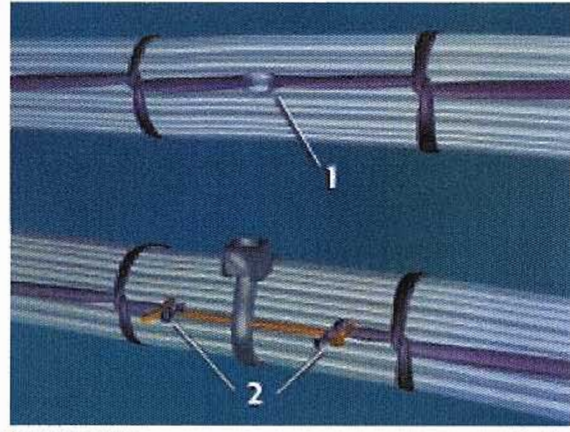



Рисунок 4-45

**Приемка – класс 1,2**
**Дефект: класс 3**

*Жгуты подвязки имеют незначительные потертости или изношены менее чем на 25% толщины.

**Дефект: класс 1,2**

*Повреждение или износ связывающих жгутов более чем 25% от их толщины (1).

**Дефект: класс 3**

*Повреждение или износ связывающих жгутов (1).

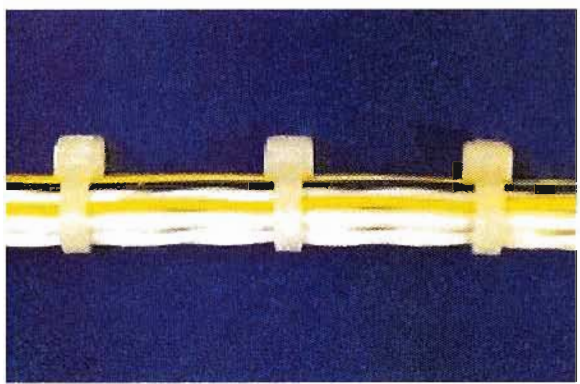
**Дефект: класс 1,2,3**

*Порванные концы связывающих жгутов не затянуты прямоугольным узлом, хирургическим узлом или другим утвержденным к применению узлом (2).

## 4.5 Укладка проводов

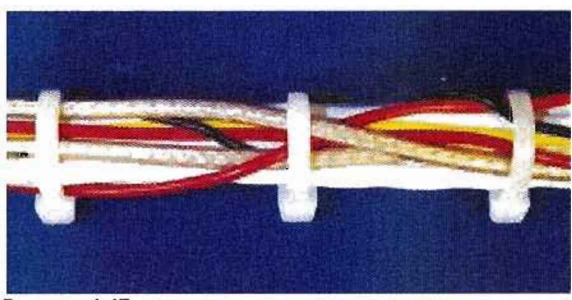
Данный критерий применяется для единичных проводов или для жгутов
Связанные в жгут провода, располагаются таким образом, чтобы уменьшить их взаимное переплетение и обеспечить однообразный внешний вид изделия.

### 4.5.1 Укладка проводов – Переплетение проводов


Рисунок 4-46

**Образец-класс 1,2,3**
*Провода расположены практически параллельно осевой линии жгута. Переплетение проводов отсутствует.
*Коаксиальные кабели зафиксированы стяжками/хомутами.

**Приемка – класс 1,2,3**
*Допускается скручивание и переплетение проводов при условии, что их жгут имеет практически одинаковый диаметр.


Рисунок 4-47

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**
*Провода скручены и переплетены под хомутами.


Рисунок 4-48

**Приемка – класс 1**
**Дефект: класс 2,3**
*Любые выступы проводов за пределы жгута, которые нарушают радиус изгиба жгута.
*Жгут проводов имеет неодинаковый диаметр.
*Чрезмерное переплетение проводов в жгуте.
*Повреждение изоляции проводов (см. 6.8.2).

## 4.5.2 Укладка проводов – Радиус изгиба

Радиус изгиба жгута измеряется по внутренней дуге изгиба провода или жгута проводов.

**Таблица 4-1 Требования к минимальному радиусу изгиба**

| Тип кабеля | Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 |
|---|---|---|---|
| Фиксированный коаксиальный кабель[2] | 5X OD[1] | 5X OD[1] | 5X OD[1] |
| Гибкий коаксиальный кабель[3] | 10X OD[1] | 10X OD[1] | 10X OD[1] |
| Неэкранированные провода | Рекомендации отсутствуют | | 3X для ≤ AWG 10<br>3X для ≤ AWG 10 |
| Экранированные провода и кабели | Рекомендации отсутствуют | | 5X OD[1] |
| Полужесткий коаксиальный кабель | Радиус изгиба должен быть равен или быть больше установленного производителем минимума. | | |
| Связка кабелей | Радиус изгиба должен быть равен или быть больше минимального радиуса изгиба любого индивидуального провода/кабеля внутри жгута. | | |

Примечание 1: OD – внешний диаметр провода или кабеля, включающий изоляцию.
Примечание 2: Фиксированный коаксиальный кабель – Коаксиальный кабель, который закреплен для предотвращения его перемещения; не предполагается повторное изгибание кабеля в процессе эксплуатации оборудования.
Примечание 3: Гибкий коаксиальный кабель – Коаксиальный кабель, который согнут или может быть согнут в процессе эксплуатации оборудования.

**Приемка – класс 1,2,3**
*Минимальный радиус изгиба соответствует требованиям таблицы 4-1.

**Дефект: класс 1.2,3**
*Радиус изгиба меньше радиуса, установленного требованиями таблицы 4-1.

## 4.5.3 Укладка проводов – Коаксиальный кабель

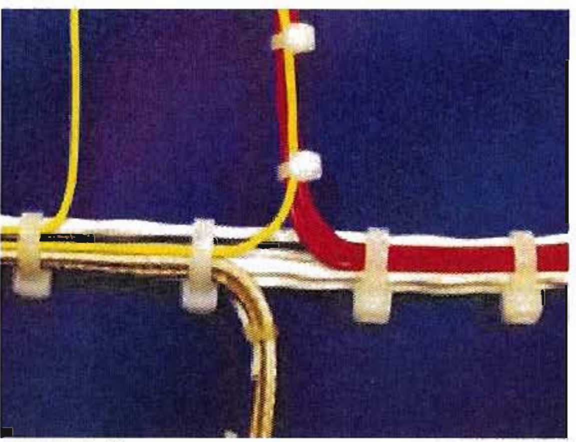


Рисунок 4-49

**Приемка – класс 1,2,3**

*Внутри жгута проводов все радиусы изгиба соответствуют критериям таблицы 4-1.

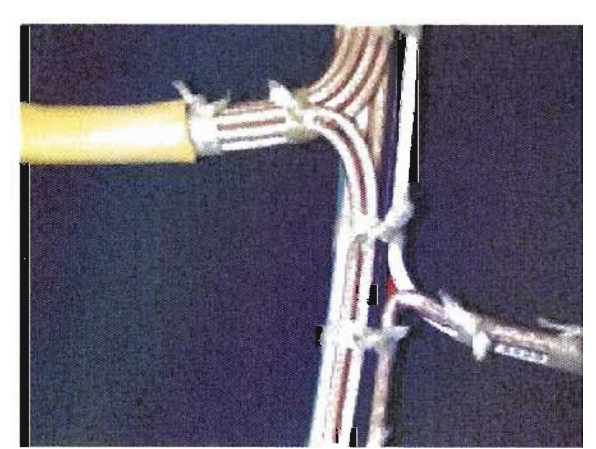


Рисунок 4-50

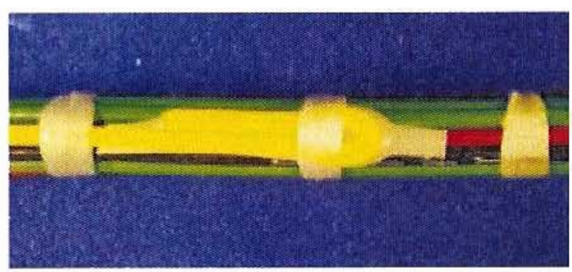
**Дефект: класс 1,2,3**

*Внутри жгута проводов радиусы изгиба не соответствуют критериям таблицы 4-1.

**Дефект: класс 3**

*Точки привязки или стяжки вызвали деформацию коаксиальных кабелей.

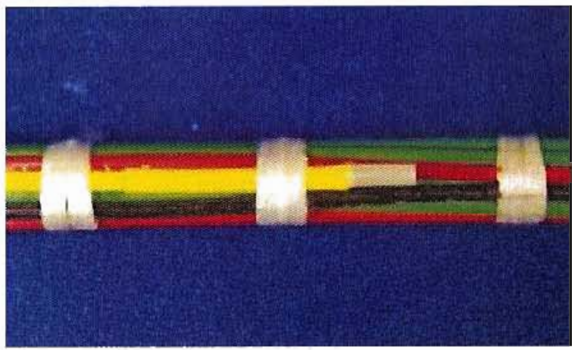
## 4.5.4 Укладка проводов – Неиспользуемые концы проводов


Рисунок 4-51

**Образец-класс 1,2,3**

*Оплетка вытянута от конца провода на расстояние, превышающее 3 значения его диаметра.

*Неиспользуемый провод загнут назад и затянут в жгут.


Рисунок 4-52

**Приемка – класс 1,2,3**

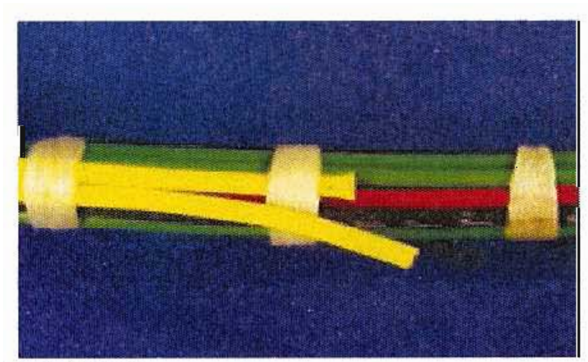
*Концы неиспользуемых проводов покрыты сжатой изоляцией.

*Провод может располагаться по всей длине жгута (Рисунок 4-52) или быть загнутым назад (Рисунок 4-51).

*Оплетка вытянута от конца провода на расстояние не менее 2-х его диаметров.

* Оплетка натянута на изоляцию провода на расстояние как минимум 4 его диаметра или на 6мм, каким бы большим не был диаметр провода.

*Неиспользуемый провод затянут в жгут.


Рисунок 4-53

**Дефект: класс 1,2,3**

*Незащищенные концы неиспользуемых проводов.

*Неиспользуемый провод не затянут в жгут.

**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**

*Оплетка изоляции вытянута от конца провода на расстояние меньше 2-х его диаметров.

*Оплетка натянута на изоляцию провода на расстояние менее 4-х его диаметров или менее 6мм, каким бы большим не был диаметр провода.

## 4.5.5 Укладка проводов – Соединение встык и муфтой

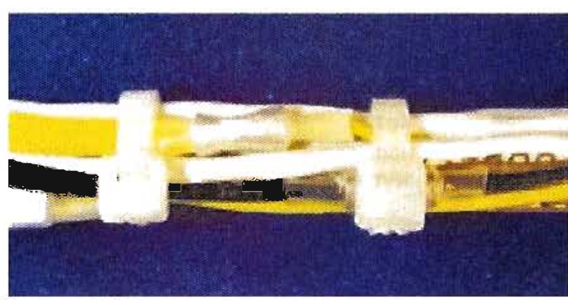


Рисунок 4-54

**Приемка – класс 1,2,3**

*Точки привязки или стяжки расположены рядом с местами соединения проводов или паяными соединениями, входящими в состав жгута.

*Отсутствие усилия при затяжке проводов рядом с местами их соединения.

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**

*Точки привязки или стяжки расположены на местах соединения проводов или паяных соединениях, входящих в состав жгута.

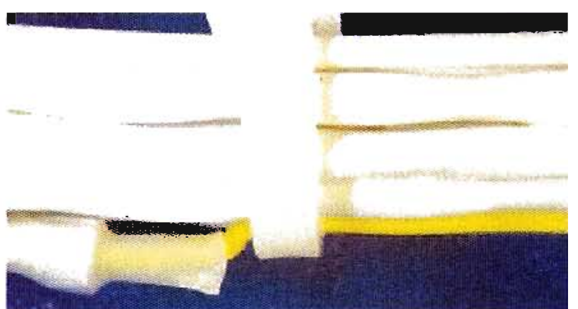


Рисунок 4-55



**Дефект: класс 1,2,3**

*Провода сильно затянуты в местах, находящихся рядом с их точками соединения.

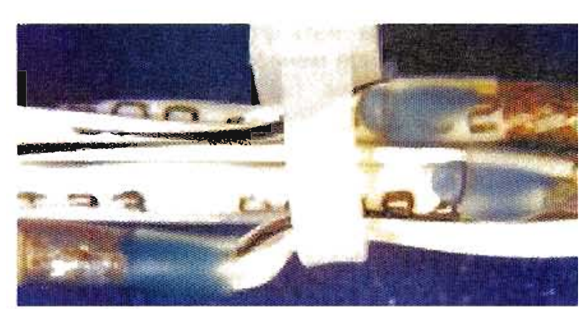


Рисунок 4-56

# 5 Пайка

В данном разделе задаются требования приемки всех типов паяных соединений, включая компоненты поверхностного монтажа, штырьковые контакты, компоненты монтируемые в отверстия. Хотя изделия классов 1, 2 и 3 и их условия эксплуатации уже рассмотрены, в силу самой природы технологического процесса пайки может оказаться, что соединение, прошедшее приемку, обладает одинаковыми характеристиками во всех трех классах, а дефектное соединение будет неприемлемым для всех трех классов.

Там, где это необходимо, в описании способа оценки сделана специальная ссылка на тип процесса пайки. Способ оценки применяется в любом случае, независимо от примененного метода пайки, например:

Пайка паяльником.

Импульсная пайка.

Пайка волной, или пайка протягиванием.

Пайка оплавлением.

Интрузивная пайка.

В качестве исключения из вышесказанного существуют специализированные финишные покрытия, (такие как иммерсионное олово, палладий, золото и так далее), требующие создания специальных способов приемки, отличающиеся от изложенных в данном документе. Методы контроля должны основываться на конструкции, свойствах процесса и требованиях к технологическим характеристикам.

Смачиваемость не может быть оценена по внешнему виду поверхности. Широкий спектр используемых при пайке сплавов может обуславливать различные значения угла смачивания, лежащие в пределах 0° до примерно 90°. Паяное соединение, соответствующее условиям приемки, должно иметь видимое смачивание и адгезию когда происходит диффузия припоя в паяемую поверхность.

Угол смачивания паяного соединения (соединение компонента и контактной площадки) не должен превышать 90° (Рис. 5-1 A-B). Исключение составляют случаи, когда угол смачивания паяного соединения более 90° (Рисунок 5-1 C,D) вызван тем, что контур галтели припоя выступает за пределы контактной площадки или паяльной маски.

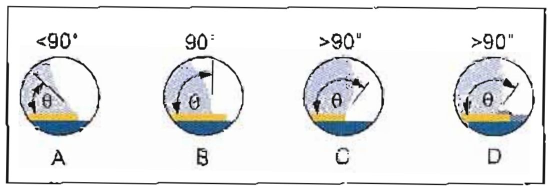



**Рисунок 5-1**

Элементарное различие между паяными соединениями, полученными с использованием оловянно-свинцовых сплавов и с использованием бессвинцовых сплавов связано с внешним видом соединения. Этот стандарт предусматривает описание визуальных критериев контроля качества соединений, полученных с использованием как оловянно-свинцовых, так и бессвинцовых сплавов. Фотографии, на которых изображены соединения с бессвинцовыми сплавами, будут обозначаться символом: Pb

Приемлемые бессвинцовые и оловянно-свинцовые соединения могут выглядеть примерно одинаково, тем не менее, для бессвинцовых сплавов более характерно:

*Шероховатая поверхность (зернистая или матовая).

*Больший угол смачивания.

Все остальные параметры галтели припоя такие же.

Обычно, оловянно-свинцовые соединения имеют блестящую поверхность от яркой до матовой. Выглядят, как правило, гладкими и показывают хорошую смачиваемость, на что указывают, например, вогнутые галтели между соединенными в процессе пайки деталями. Припои с высокой температурой плавления могут выглядеть тусклыми.

Ремонт паяных соединений следует выполнять осторожно, во избежание дополнительных проблем, чтобы результат работы соответствовал требованиям приемки соответствующего класса.

# 5 Пайка (продолжение)

В этом разделе рассмотрены следующие вопросы:

# 5.1 Требования приемки паяных соединений

Смотрите в разделе 5.2 примеры дефектов паяных соединений

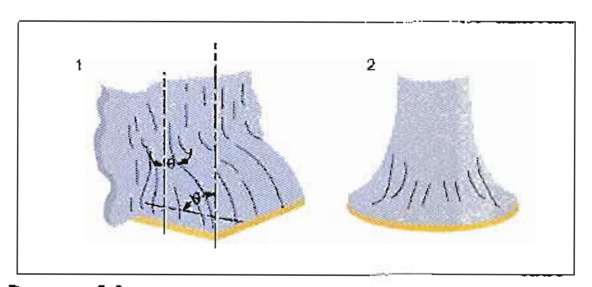



Рисунок 5-2

**Образец-класс 1,2,3**

*Галтель припоя выглядит в целом гладкой и обнаруживает хорошее смачивание припоем соединенных деталей.

*Границы деталей легко различимы.

*На соединенных деталях припой образует размытую кромку.

*Галтель припоя имеет вогнутую форму.

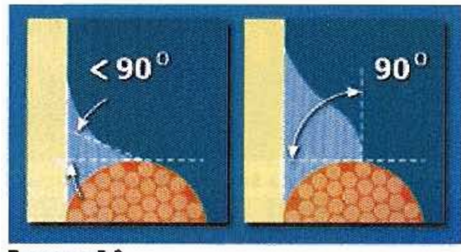



Рисунок 5-3

**Приемка – класс 1,2,3**

*Существуют материалы и процессы пайки, например, бессвинцовые сплавы и медленное охлаждение печатных плат большой массы, при взаимодействии которых могут образоваться тусклые, серые или зернистые на вид паяные соединения, являющиеся нормальными для применяемого материала или процесса. Такие паяные соединения являются приемлемыми.

*Угол смачивания паяного соединения (угол контакта между компонентом и контактной площадкой печатной платы не должен превышать 90° (Рисунок 5-1 A, B).

*Исключение составляют случаи когда угол смачивания паяного соединения более 90° (Рисунок 5-1 C,D) вызван тем, что контур галтели припоя выступает за пределы контактной площадки или паяльной маски.

Рисунки с 5-4 по 5-25 иллюстрируют допустимые паяные соединения, полученные в результате применения различных материалов и условий процессов пайки.

# 5.1 Требования приемки паяных соединений (продолжение)

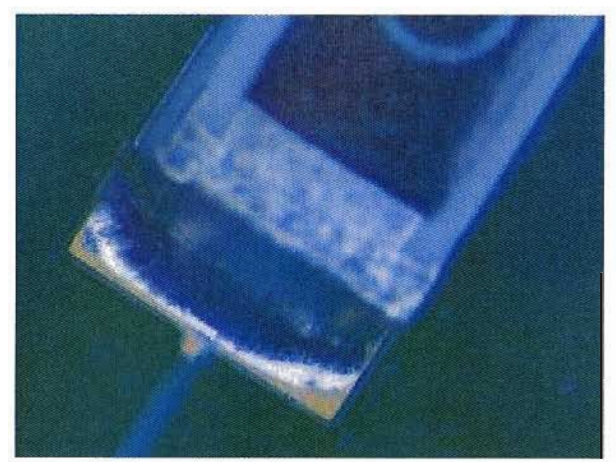


Рисунок 5-4 Припой SnPb; Безотмывочный процесс

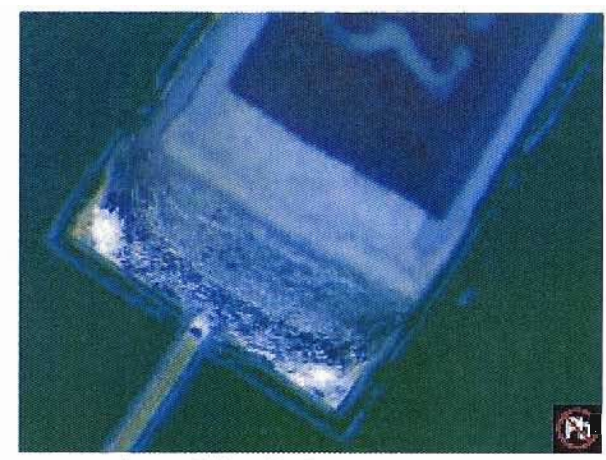


Рисунок 5-5 Припой SnAgCu; Безотмывочный процесс

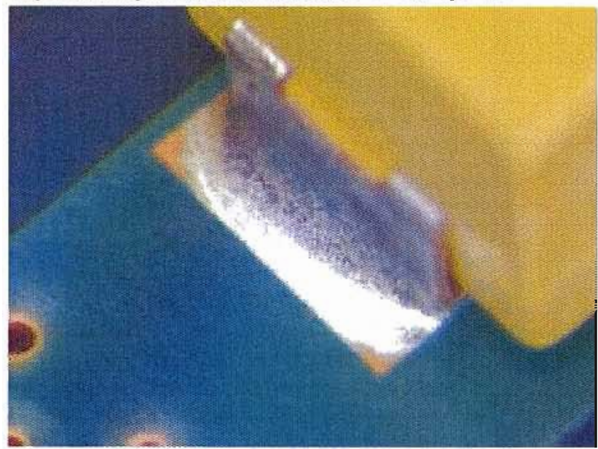


Рисунок 5-6 Припой SnPb; Водосмываемый флюс



Рисунок 5-7 Припой SnAgCu; Водосмываемый флюс



Рисунок 5-8 Припой SnPb; Водосмываемый флюс



Рисунок 5-9 Припой SnAgCu; Водосмываемый флюс

## 5.1 Требования приемки паяных соединений (продолжение)



**Рисунок 5-10 Припой SnAgCu; Безотмывочный процесс; Пайка в азотной среде**



**Рисунок 5-11 Припой SnAgCu; Безотмывочный процесс; Пайка в воздушной среде**

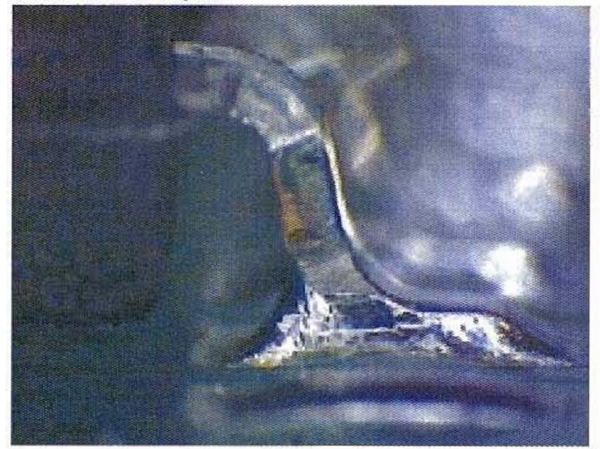


**Рисунок 5-12 Припой SnPb; Безотмывочный процесс**



**Рисунок 5-13 Припой SnAgCu; Безотмывочный процесс**

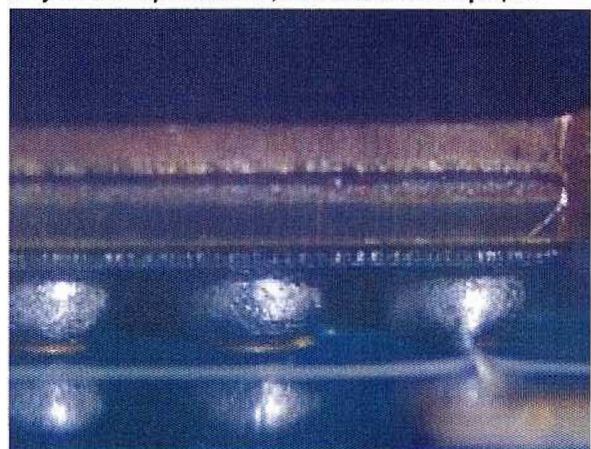


**Рисунок 5-14 Припой SnPb; Безотмывочный процесс**

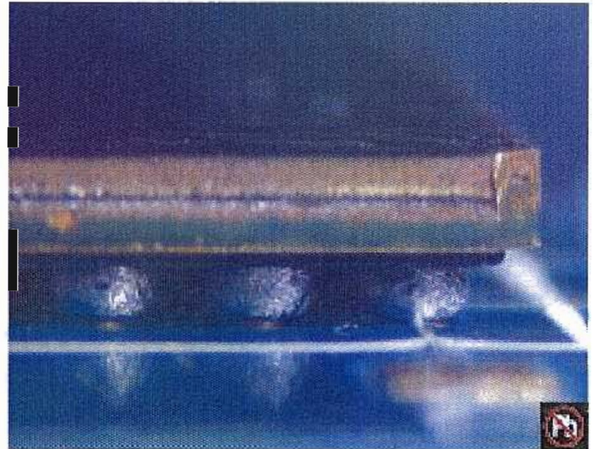


**Рисунок 5-15 Припой SnAgCu; Безотмывочный процесс**

## 5.1 Требования приемки паяных соединений (продолжение)

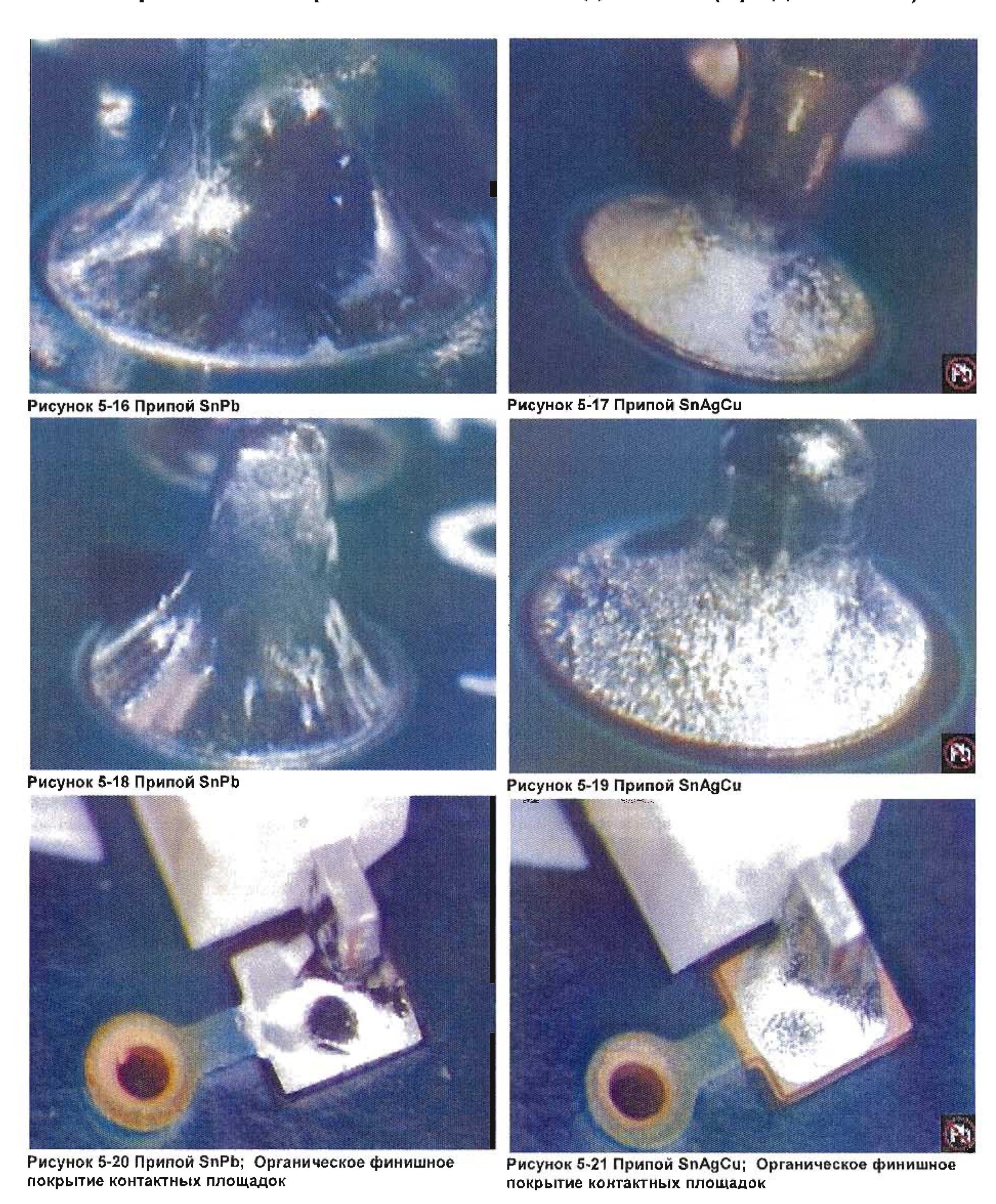


**Рисунок 5-16 Припой SnPb**

**Рисунок 5-17 Припой SnAgCu**

**Рисунок 5-18 Припой SnPb**

**Рисунок 5-19 Припой SnAgCu**

**Рисунок 5-20 Припой SnPb; Органическое финишное покрытие контактных площадок**

**Рисунок 5-21 Припой SnAgCu; Органическое финишное покрытие контактных площадок**

# 5.1 Требования приемки паяных соединений (продолжение)



Рисунок 5-22 Припой SnAgCu



Рисунок 5-23 Припой SnAgCu



Рисунок 5-24 Припой SnAgCu

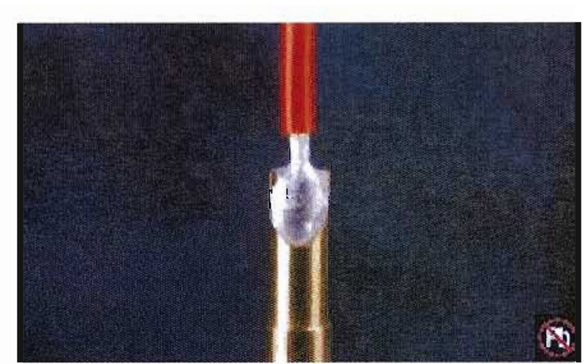


Рисунок 5-25 Припой SnAgCu

# 5.2 Дефекты паяных соединений

## 5.2.1 Дефекты паяных соединений – Оголенный металл основания

Оголенный металл основания на выводах компонентов, проводниках или контактных площадках, образовавшиеся в результате зазубрин, царапин или других факторов, не долежн превышать норм, установленных требованиями разделов 7.1.2.3 для выводов и 10.2.9.1 для проводников и контактных площадок.

На выводах компонентов, торцах контактных площадок и проводниках покрытых жидкой фотоэкспонируемой паяльной маской может открываться незащищенный металл основания, непредусмотренный конструкцией изделия.

Некоторые печатные платы и финишные покрытия контактных площадок имеют различные требования по паяемости и могут быть смочены припоем только на участках, подлежащих пайке. При этих условиях наличие оголенных участков металла основания или контактных площадок следует считать нормальным и принять имеющиеся характеристики смачивания приемлемыми.

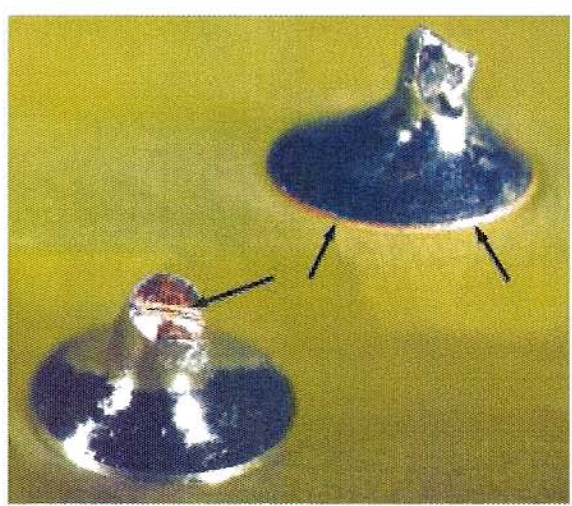


Рисунок 5-26

**Приемка – класс 1,2,3**

*Оголенный металл основания на:

*Вертикальных кромках проводников.

*Обрезанных концах выводов компонентов или проводников.

*Торцах контактных площадках покрытых органическим защитным покрытием (рис. 5.26)

*Открытые участки металлизированной поверхности, которые не являются частью галтели припоя (рис. 5.27).

## 5.2.1 Дефекты паяных соединений – Оголенный металл основания (продолжение)

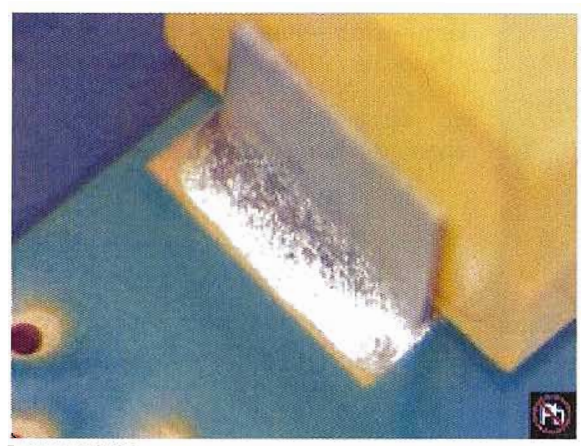


Рисунок 5-27

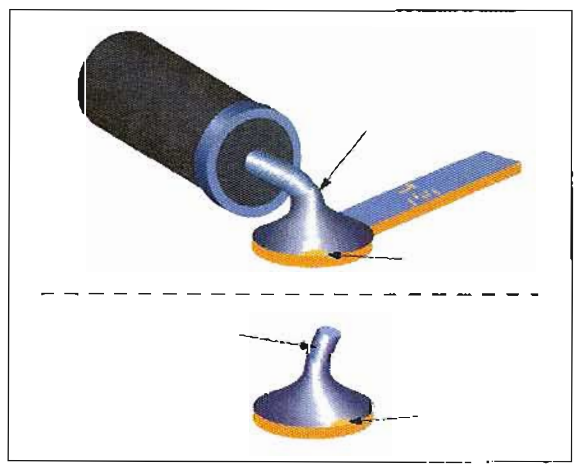


Рисунок 5-28

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2,3**

* Поврежденный зазубринами или царапинами металл основания на выводах компонента, проводниках или поверхностях контактных площадок должен соответствовать требованиям раздела 7.1.2.3 к выводам и раздела 10.2.9.1 к проводникам и контактным площадкам.

## 5.2.2 Дефекты паяных соединений – Микроотверстия/раковины


Рисунок 5-29

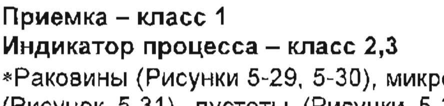

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2,3**
*Раковины (Рисунки 5-29, 5-30), микроотверстия (Рисунок 5-31), пустоты (Рисунки 5-32, 5-33) и др. таковы, что паяное соединение отвечает всем остальным требованиям стандарта.


Рисунок 5-30

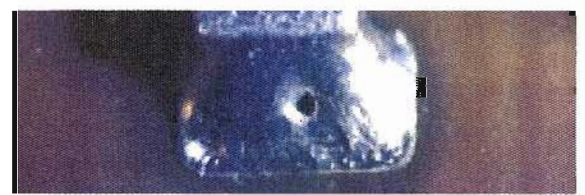

Рисунок 5-31


Рисунок 5-32


Рисунок 5-33

**Дефект: класс 2,3**
*Паяные соединения, в которых микроотверстия, раковины, пустоты и др., не соответствуют минимальным требованиям, установленным для паяных соединений (не показано).

## 5.2.3 Дефекты паяных соединений – Оплавление паяльной пасты


Рисунок 5-34

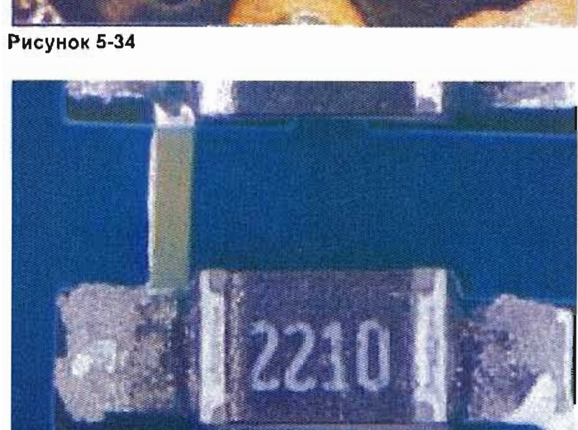


Рисунок 5-35

**Дефект: класс 1,2,3**

*Неполное оплавление паяльной пасты.

## 5.2.4 Дефекты паяных соединений – Отсутствие смачивания припоем

Стандарт IPC-T-50 определяет отсутствие смачивания, как неспособность расплавленного припоя сформировать металлическое соединение с металлическим основанием. См. раздел 5.2.1 настоящего стандарта, содержащий требования к финишным покрытиям.

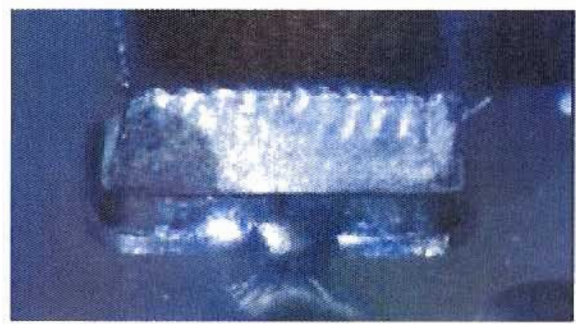


Рисунок 5-36

**Дефект: класс 1,2,3**

*Припой не смачивает необходимую поверхность контактной площадки или вывод компонента.

*Покрытие выводов компонентов и контактных площадок припоем не соответствует установленным требованиям.



Рисунок 5-37




Рисунок 5-38



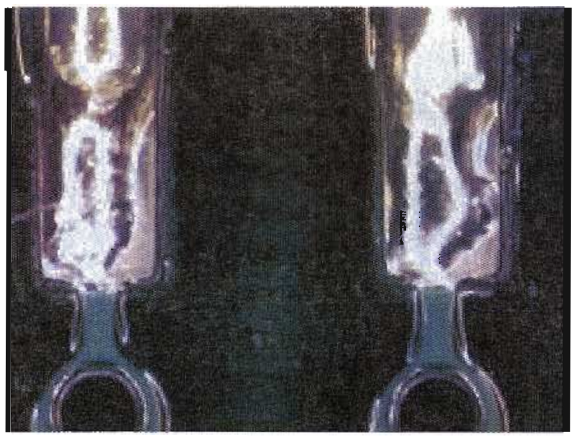
Рисунок 5-39

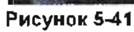


Рисунок 5-40

# 5.2.5 Дефекты паяных соединений – Плохая смачиваемость припоем

Стандарт IPC-T-50 определяет плохую смачиваемость в результате перегрева, как состояние паяного соединения, возникшее в случае, когда расплавленный припой сначала покрывает всю поверхность, а затем расползается, формируя галтели неправильной формы, состоящие из зон неправильной формы, в которых образовался очень тонкий слой припоя и зонами, в которых вывод компонента или металлизация контактных площадок покрыта припоем.




**Рисунок 5-41**

**Дефект: класс 1,2,3**

*Плохая смачиваемость в результате перегрева, вследствие которого паяное соединение не отвечает требованиям поверхностного монтажа или требованиям к изделиям монтируемым в отверстия.

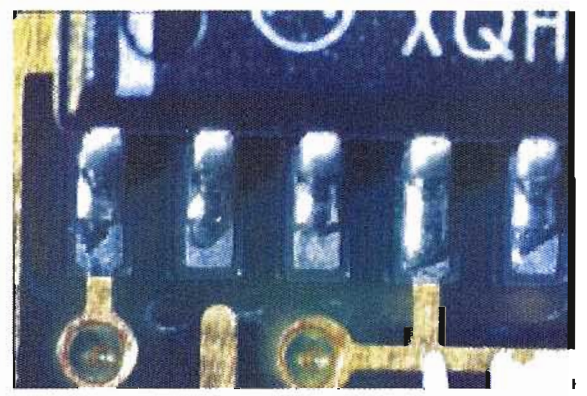



**Рисунок 5-42**

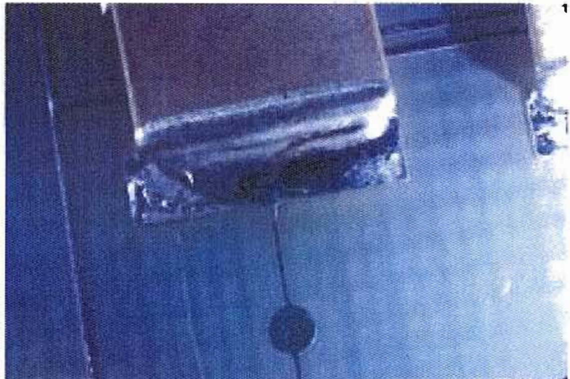


**Рисунок 5-43**

## 5.2.6 Дефекты паяных соединений – Избыток припоя

### 5.2.6.1 Дефекты паяных соединений – Избыток припоя – Шарики/брызги припоя

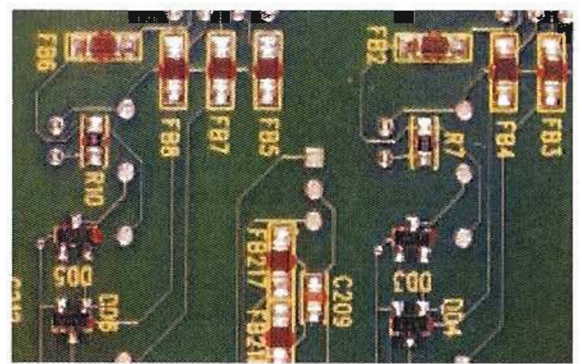



Рисунок 5-44

**Образец-класс 1,2,3**

*На собранном печатном узле нет явного присутствия шариков припоя.

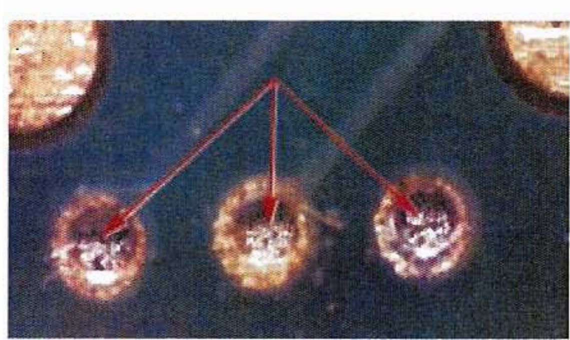


Рисунок 5-45

**Приемка – класс 1,2,3**

*Вкрапленные или капсулированные шарики припоя, не нарушающие минимальный электрический зазор.

**Примечание:** Понятия «вкраплены/ капсулированы/ прикреплены» используются в предположении, что штатные условия эксплуатации изделия не приведут к смещению шариков припоя.

# 5.2.6.1 Дефекты паяных соединений – Избыток припоя – Шарики/брызги припоя (продолжение)


Рисунок 5-46

**Дефект: класс 1,2,3**

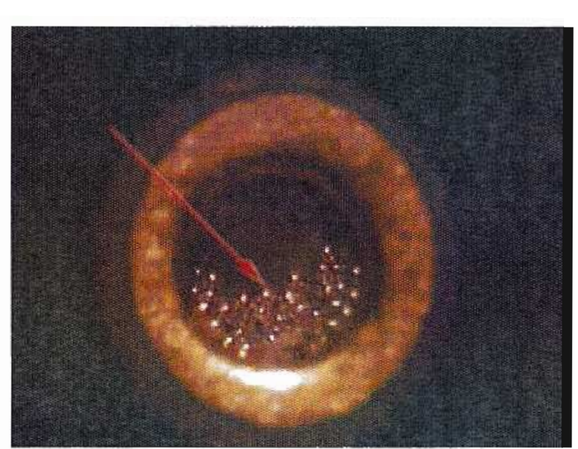
*Шарики/брызги припоя нарушают минимальный электрический зазор.

*Шарики/брызги припоя не вкраплены и не капсулированы остатками флюса или не прикреплены к металлической поверхности. Рисунки с 5-46 по 5-49.



Рисунок 5-47


Рисунок 5-48


Рисунок 5-49

## 5.2.6.2 Дефекты паяных соединений – Избыток припоя – Мостики припоя

**Дефект: класс 1,2,3**

*Паяное соединение между проводниками, которые не должны быть соединены.

*Припой образует мостики между не связанными электрически проводниками или компонентами.

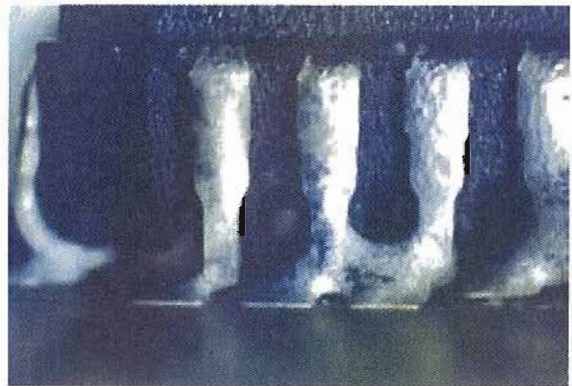


**Рисунок 5-50**

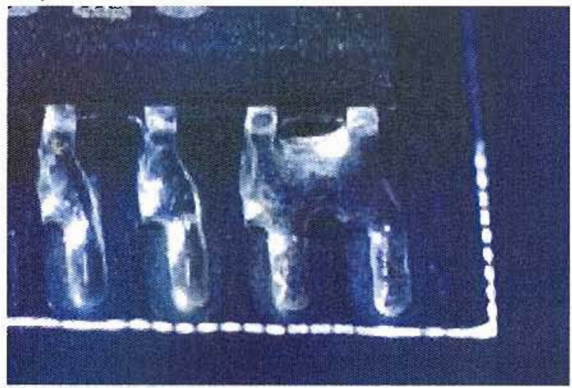


**Рисунок 5-51**



**Рисунок 5-52**

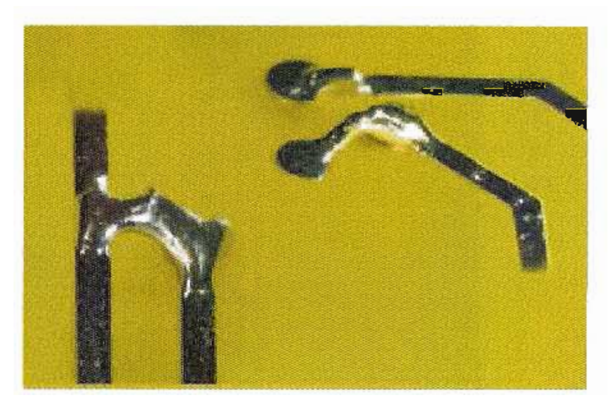
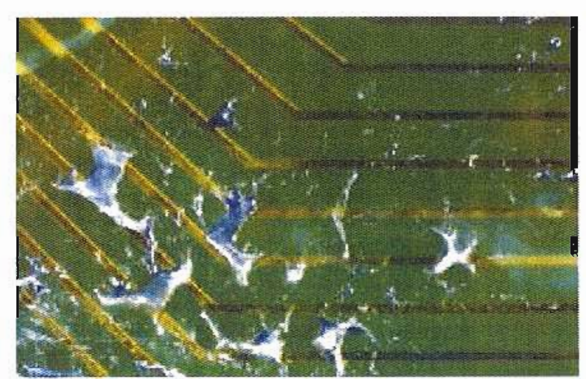


**Рисунок 5-53**

# 5.2.6.3 Дефекты паяных соединений – Избыток припоя – Брызги/ Паутина припоя



Рисунок 5-54


Рисунок 5-55

**Дефект: класс 1,2,3**

*Образование брызг/паутины припоя

# 5.2.7 Дефекты паяных соединений – Возмущение паяных соединений

На рисунке 5-56 представлено характерное паяное соединение, полученное в результате применения бессвинцовых сплавов. Такой внешний вид паяного соединения не свидетельствует о возмущении и является допустимым для бессвинцовых сплавов.

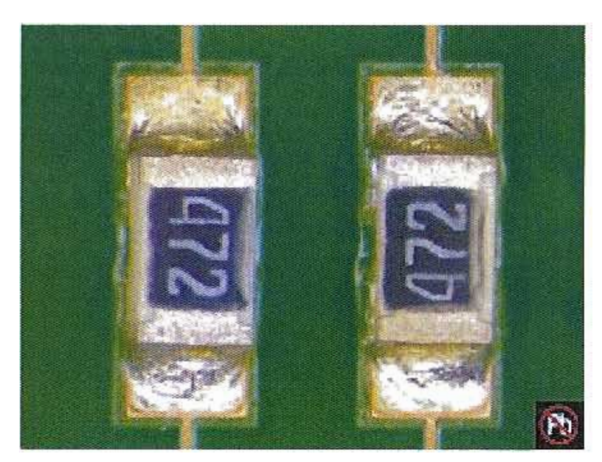


Рисунок 5-56



Рисунок 5-57



**Дефект: класс 1,2,3**

*Возмущение паяного соединения, характеризующееся линиями напряжения, которые образуются в результате движения компонентов на плате (*в процессе оплавления припоя, например, в результате вибрации конвейера - прим. переводчика).*



Рисунок 5-58



Рисунок 5-59



Рисунок 5-60

# 5.2.8 Дефекты паяных соединений – Трещины в паяных соединениях

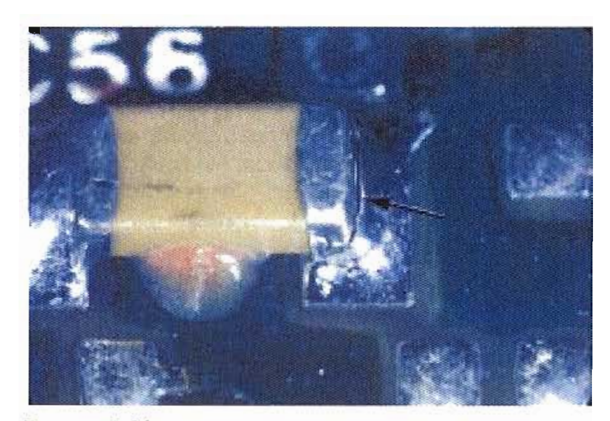



Рисунок 5-61

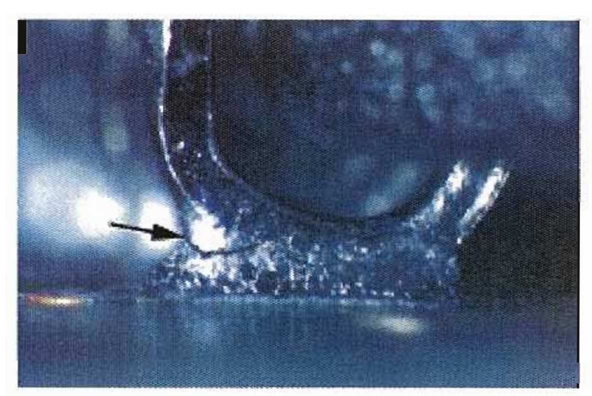


Рисунок 5-62

**Дефект: класс 1,2,3**

*Паяное соединение с трещиной или с изломом.

## 5.2.9 Дефекты паяных соединений – Сосульки припоя


Рисунок 5-63

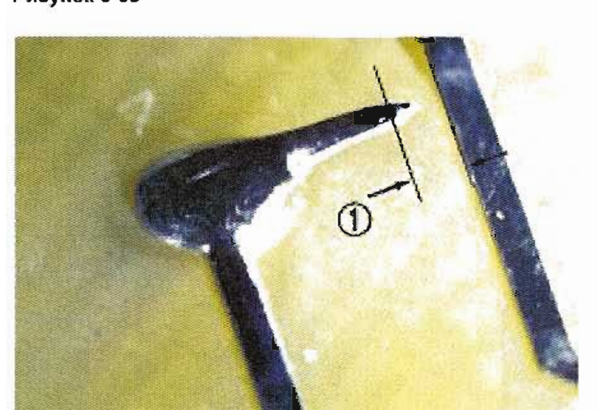
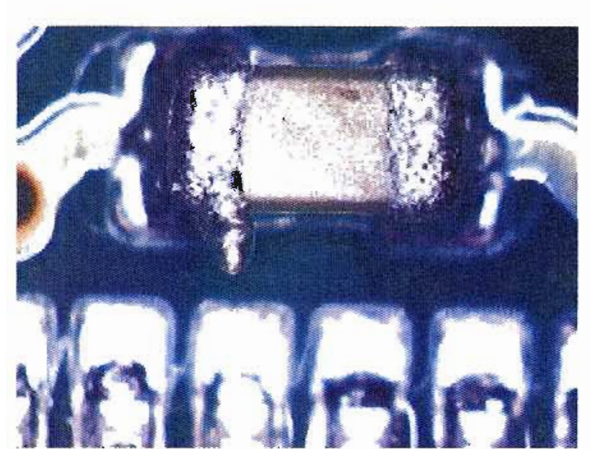


Рисунок 5-64


Рисунок 5-65

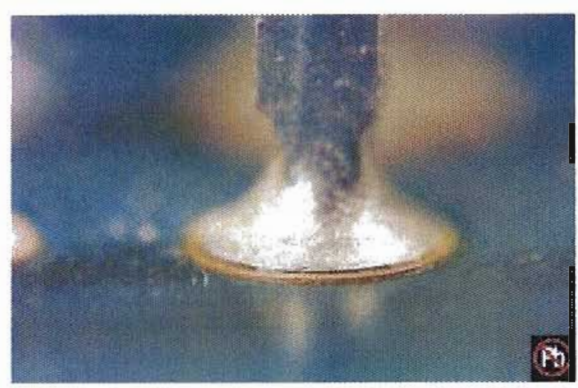
**Дефект: класс 1,2,3**

*Сосульки припоя нарушают требования к максимальной высоте печатного узла или требования к выступающему концу вывода компонента. Рисунок 5-63.

*Сосульки припоя нарушают минимальный электрический зазор. Рисунок 5-64, (1).

# 5.2.10 Дефекты паяных соединений – Пайка бессвинцовым припоем – Поднятие галтели

Данные критерии применимы для сквозных металлизированных отверстий в печатной плате.


Рисунок 5-66

**Приемка – класс 1,2,3**
*Поднятие галтели – отделение нижней части галтели припоя от контактной площадки на верхней стороне печатной платы, относится к компонентам монтируемым в отверстия.

**Индикатор процесса – класс 2**

**Дефект: класс 3**
* Поднятие галтели – отделение нижней части галтели припоя от контактной площадки на нижней стороне печатной платы, относится к компонентам монтируемым в отверстия (не показано).

**Дефект: класс 1,2,3**
*Поднятие галтели приводит к повреждению контактной площадки, см. раздел 10.2.9.2.

## 5.2.11 Дефекты паяных соединений – Горячий надрыв/Усадочная раковина



Рисунок 5-67

**Приемка – класс 1,2,3**

*Для паяных соединений, выполненных с использованием бессвинцовых сплавов:

*Видимый нижний край надрыва.

*Надрыв или усадочная раковина не находятся в контакте с выводом, контактной площадкой или стенками отверстия.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Усадочные раковины или горячие надрывы в паяных соединениях, выполненных с использованием сплавов олово-свинец (SnPb).

*Для соединений, выполненных с использованием бессвинцовых сплавов:

*Видимый нижний край усадочной раковины или горячего надрыва.

*Усадочная раковина или горячий надрыв находятся в контакте с выводом.

# 6 Контактные соединения

Данные критерии применяются как для проводов, так и для выводов электронных компонентов Предпочтительные условия формирования паяного соединения достигаются механическим соединением между выводом/проводом и контактной площадкой достаточного размера для того, чтобы в процессе пайки вывод/провод не смещались. Стандартным требованием образования механического соединения является угол 180° по периметру контакта.
Допустимым исключением из условий формирования паяного соединения, описанных выше, является случай, когда проводники/выводы прикрепляются к раздвоенным контактам, щелевым контактам, гильзам, лепесткам.
Критерии приемки в данном разделе сгруппированы в одиннадцать подразделов. В данном разделе могут быть не полностью рассмотрены все возможные типы соединений провод/вывод и не все типы контактов, так как критерии качества обычно выражает общие положения, применимые ко всем аналогичным сочетаниям. Например, требования к радиусу навивки или размещению вывода резистора или многожильного провода навесного монтажа при соединении их со штырьковым контактом одинаковы, однако только многожильный провод навесного монтажа может иметь разделение жил («птичья клетка»).
В дополнение к критериям представленным в данном разделе, паяные соединения должны отвечать критериям качества, рассматриваемым в разделе 5 настоящего стандарта.
В данном разделе рассматриваются следующие вопросы:

## 6.1 Концевые пружинные контакты

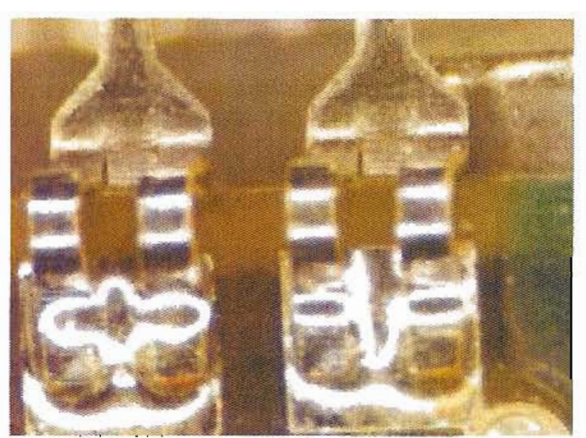


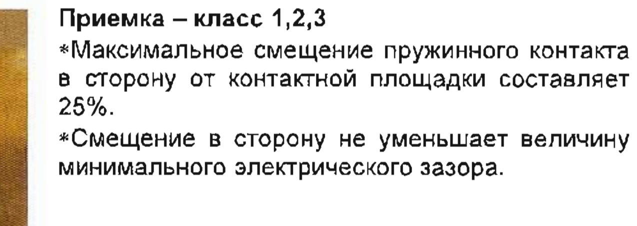
Рисунок 6-1

**Образец – класс 1,2,3**

*Пружинный контакт центрирован на контактной площадке без смещения.



Рисунок 6-2



**Приемка – класс 1,2,3**

*Максимальное смещение пружинного контакта в сторону от контактной площадки составляет 25%.

*Смещение в сторону не уменьшает величину минимального электрического зазора.

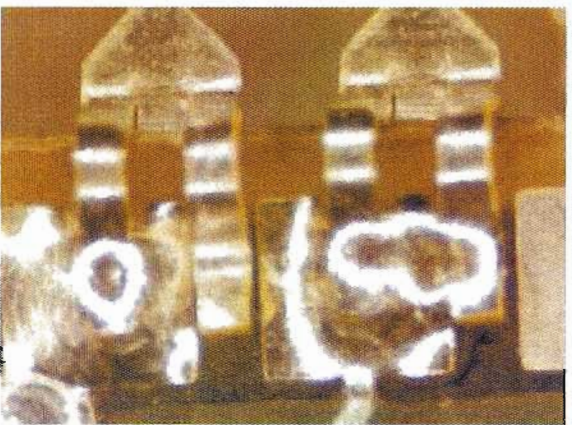


Рисунок 6-3



**Дефект: класс 1,2,3**

*Смещение пружинного контакта в сторону от контактной площадки превышает 25%.

*Смещение пружинного контакта нарушает минимальный электрический зазор.

# 6.2 Обжимные крепежные изделия

В данном разделе приведены критерии для основных типов обжимных крепежных изделий.

**Контактные клеммы**
Допускаются обжимные крепежные изделия, выступающие за пределы контактных площадок, которые не нарушают величину минимального электрического зазора, см. 1.4.5.

**Паяемость**
Гальваническое покрытие и паяемость обжимных крепежных изделий должны быть согласованы с соответствующими техническими условиями на гальванические покрытия и паямость. Требования к паяемости приводятся в стандартах IPC/EIA J-STD-002 и в IPC/EIA J-STD-003.

## 6.2.1 Обжимные крепежные изделия – Вальцованный фланец

Контактная клемма, выполненная в виде вальцованного фланца используется для механических соединений, в которых не требуется электрическое соединение. Вальцованные фланцы не припаиваются к контактным площадкам печатных плат и не устанавливаются на активные схемы. Они могут быть использованы в пассивных и изолированных схемах.

**Образец – класс 1,2,3**

*Вальцованный фланец равномерно обжат и отцентрирован относительно контактного отверстия.
*Степень сжатия фланца достаточна для поддержания механического соединения контактной клеммы, необходимого для установленных характеристик эксплуатации оборудования.
*После обжатия контактная клемма не поворачивается и не двигается.
*Отсутствуют трещины, расколы в обжатой контактной клемме.
*Контактная клемма и соединение с ней перпендикулярны поверхности печатного узла.
*Кромка вальцованного фланца находится в тесном контакте с ламинатом.
*Отсутствует повреждение ламината.

**Приемка – класс 1,2,3**

*Допускается шлифовка и деформация для образования обжимного крепежного соединения с контактной клеммой.
*Допускается наличие до трех радиальных расколов или трещин, расщепленные сектора должны находится на расстоянии угла не менее 90°.
*Допускается незначительное повреждение подложки.
*Отсутствуют трещины и расщепления расположенные по окружности.
*Трещины и расщепления не проникают в корпус контактной клеммы.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Присутствуют трещины и расщепления, расположенные по окружности.
*Трещины и расколы, которые проникают в корпус контактной клеммы.
*Более трех радиальных трещин или расколов.
*Трещины и расщепленные сектора находятся в пределах до 90°.
*Отсутствие кусков вальцованных фланцев.
*Контактные клеммы установлены на активные схемы или сквозные металлизированные отверстия.
*Запаянные вальцованные фланцы контактных клемм.
*Присутствуют механические повреждения подложки, не допустимые требованиями, изложенными в разделе 10.2.

## 6.2.2 Обжимные крепежные изделия – Развальцованный фланец

Хвостовик, выступающий над контактной площадкой, обжимается, образуя обратный конус, с равномерной разверткой и концентрической формой в сторону отверстия.
Выступающая часть фланца не расщеплена, не расколота, ее целостность не нарушена каким-либо иным образом, так что флюсы, масла, маски и другие жидкие вещества, применяемые для обработки печатных узлов, могут свободно просочиться в монтажное отверстие.



Рисунок 6-4

**Образец-класс 1,2,3**

*Развальцованный фланец равномерно обжат и концентричен относительно отверстия.

*Признаки деформации и напряжения, вызванные развальцовкой, минимальны.

*Фланец обжат достаточно плотно для предотвращения смещения по оси Z.



Рисунок 6-5

**Приемка – класс 1,2,3**

*Расщепленные части развальцованного фланца не попадают в монтажное отверстие.

*Наличие не более трех радиальных расщеплений.

*Наличие любых радиальных расщеплений, расположенных в пределах как минимум 90° друг от друга.

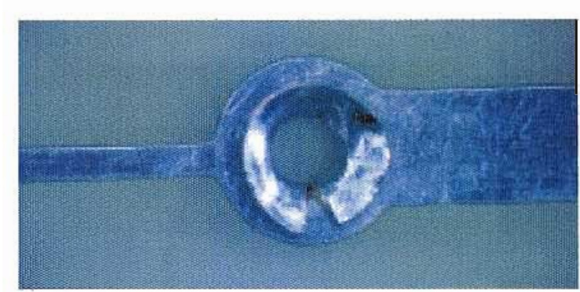


Рисунок 6-6

**Приемка – класс 1**

*Расщепленные части развальцованного фланца принимаются при условии пайки после обжима.

**Дефект: класс 2,3**

*Периферийная часть развальцованного фланца неровная или зазубренная.

*Расщепленные части попадают в монтажное отверстие; исключение для класса 1 описано выше.

*Наличие сопутствующих трещин/сколов.

*Более трех радиальных сколов.

*Любые два радиальных скола расположены в пределах угла меньше 90°.

## 6.2.3 Обжимные крепежные изделия – Регулируемое расщепление

Форма развальцованного крепежного изделия достигается при использовании надрезанной на равные сегменты заготовки. При вальцевании каждый сегмент должен отогнуться на определенный угол.
Крепежное изделие с регулируемым расщеплением после развальцовки следует опаять как можно скоре во избежание окисления.

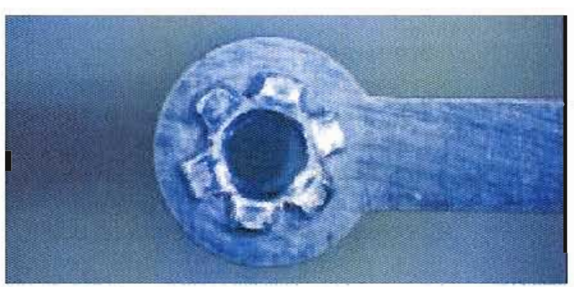


Рисунок 6-7

**Образец – класс 1,2,3**

*Фланец равномерно расщеплен.

*Расщепленные сегменты не выступают за внешний диаметр контактной площадки.

*Фланец развальцован достаточно плотно для предотвращения перемещения по оси Z.



Рисунок 6-8

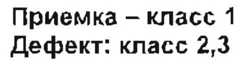
**Приемка – класс 1,2,3**

*Сегменты фланца отогнуты к плате, а не внутрь монтажного отверстия.

*Отсутствие трещин и сколов по окружности.



Рисунок 6-9



**Приемка – класс 1**
**Дефект: класс 2,3**

*Фланец поврежден.

*Сегменты сильно деформированы.

*Отсутствие сегмента.

*Сегменты заходят в монтажное отверстие.

*Имеются сопутствующие трещины/сколы.



Рисунок 6-10

## 6.2.4 Обжимные крепежные изделия – Штырьковые контакты

В данном разделе показана механическая сборка двух типов штырьковых контактов: колоночного и вильчатого. Подлежащие пайке штырьковые контакты могут монтироваться таким образом, чтобы их можно было провернуть рукой при сохранении вертикальной устойчивости.

### 6.2.4.1 Обжимные крепежные изделия – Штырьковые контакты – Колоночный контакт

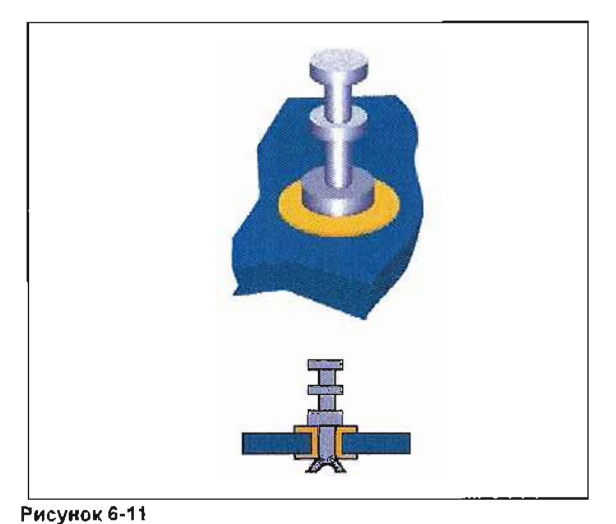


Рисунок 6-11

**Образец – класс 1,2,3**
*Неповрежденный и прямой штырьковый контакт.

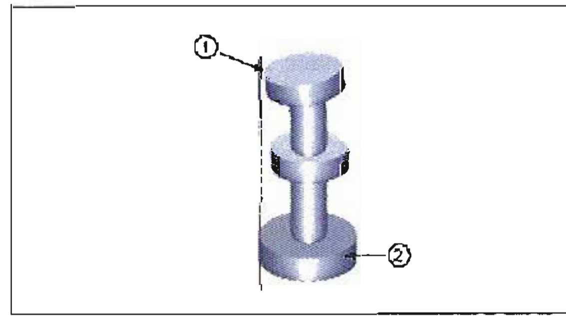



Рисунок 6-12
1. Верхняя кромка
2. Основание

**Приемка – класс 1,2,3**
*Контакт погнут, но верхняя кромка не выходит за пределы основания.

**Приемка – класс 1**
**Дефект: класс 2,3**
*Верхняя кромка контакта погнута в пределах кромки основания.

**Дефект: класс 1,2,3**
*Центральный вывод сломан.

## 6.2.4.2 Обжимные крепежные изделия – Штырьковые контакты – Вильчатый контакт

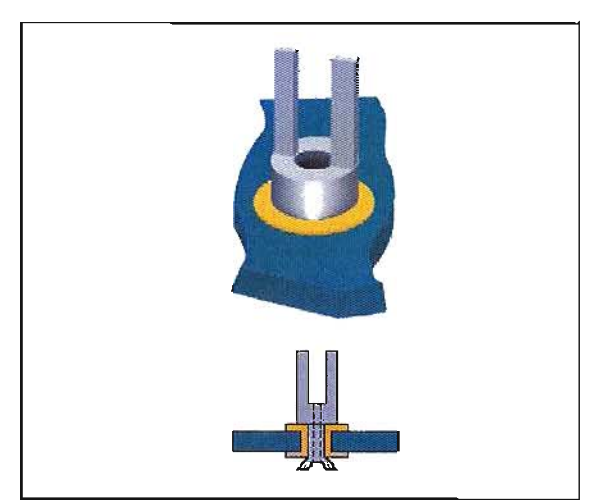


Рисунок 6-13

**Образец – класс 1,2,3**

•Неповрежденный и прямой штырьковый контакт.

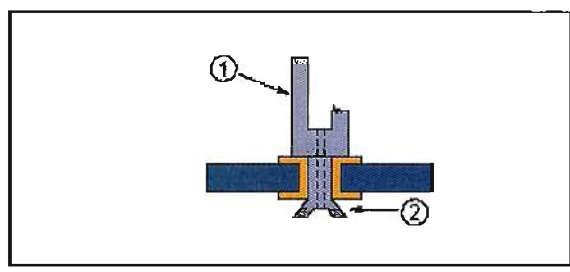



Рисунок 6-14
1. Стойка
2. Фланец

**Приемка – класс 1**
**Дефект: класс 2,3**

•Вывод сломан, но остается достаточное монтажное пространство для подведения необходимых проводов.

**Дефект: класс 1,2,3**

•Оба вывода сломаны (вильчатый контакт).

## 6.2.5 Обжимные крепежные изделия – Опайка фланца по контуру

Выступающая часть фланца не расщеплена, не расколота, ее целостность не нарушена каким-либо иным образом, так что флюсы, масла, маски и другие жидкие вещества применяемые при сборке и обработке печатных узлов, могут свободно просочиться в монтажное отверстие. После обжима область обработки свободна от сопутствующих трещин и сколов.
Изготовленный фланец (головка) контактного отверстия должен иметь полный контакт с контактной площадкой.

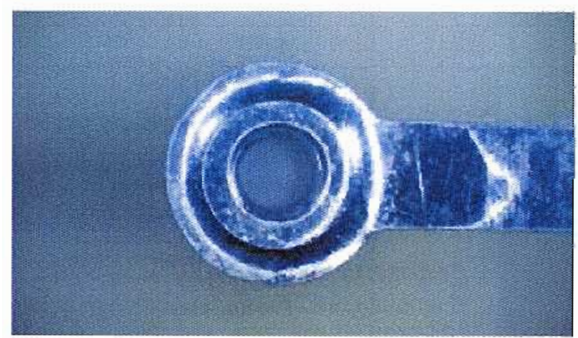


Рисунок 6-15

**Образец – класс 1,2,3**

*Припой по периферии фланца.

*Хороший ободок припоя вокруг фланца.

*Хорошее смачивание фланца и области контакта.

*Развальцованный фланец расположен как можно ближе к контактной площадке для предотвращения смещения по оси Z.

*Различимые признаки затекания припоя между фланцем и контактной площадкой на вторую сторону печатной платы или подложки.

## 6.2.5 Обжимные крепежные изделия – Опайка фланца по контуру (продолжение)


Рисунок 6-16

**Приемка – класс 1,2**

*Припой охватывает фланец по дуге минимум 270°.
*Сегменты заполнены припоем.
*Припой затекает по меньшей мере на 75% высоты фланца.

**Приемка – класс 3**

*Припой охватывает фланец по дуге минимум 330°.
*Отсутствие радиальных или сопутствующих трещин.
*Припой затекает по меньшей мере на 75% высоты фланца.


Рисунок 6-17

**Дефект: класс 1,2**

*Дуга охвата припоем фланца или периметра пистона менее 270°.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Неправильно развальцованный фланец не посажен на контактную площадку.
*Сегменты фланца не заполнены припоем.
*Припой не достигает 75% высоты фланца или 100% высоты установленной плоско монтажной петельки.
*Наличие сопутствующих трещин фланца или пистона.

**Дефект: класс 3**

*Дуга охвата припоем фланца менее 330°.
*Наличие радиальных или сопутствующих трещин.

## 6.3 Подготовка проводов/выводов компонентов - Лужение

В данном документе понятия лужение и облуживание означают один и тот же термин, описанный в стандарте IPC-T-50: Применение расплавленного припоя к металлической основе с целью увеличения паяемости последней.
Лужение скрученных проводов имеет дополнительные преимущества пайки одиночных скруток проводов вместе. Таким образом, достигается соединение провода с контактной клеммой или точкой контакта без разделения на отдельные жилы.
Описанные ниже критерии применяются при необходимости лужения проводов.

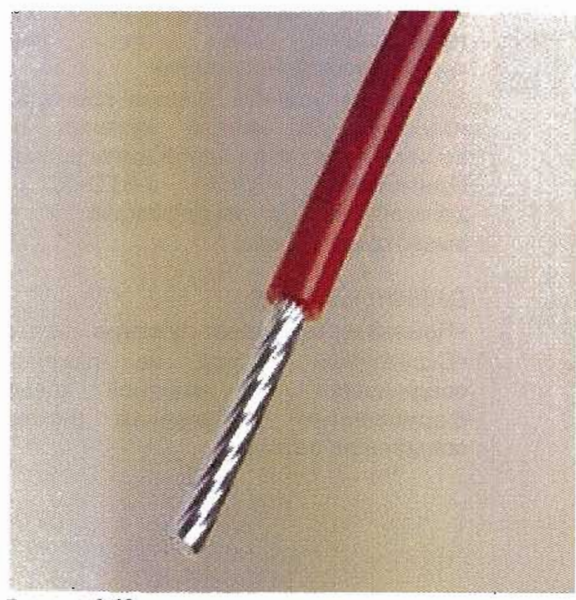


**Рисунок 6-18**

**Образец – класс 1,2,3**
*Скрученный провод равномерно покрыт тонкой пленкой припоя с легко различимыми очертаниями отдельных жил проводов
*Длина необлуженной части скрутки, выступающей за пределы изоляции не должна превышать величину диаметра одной жилы провода (D).

**Приемка – класс 1,2,3**
*Припой смачивает покрытую оловом часть провода и проникает внутрь скруток проводов.
*Припой не растекается на участки провода, которые должны остаться гибкими.
*Лужение обеспечивает гладкий слой припоя. Видны контуры скрученных жил проводов.

**Индикатор процесса – класс 2,3**
*Скрутки проводов не различимы, но излишнее количество припоя не отражается на форме, возможности соединения или функциональных характеристиках проводов.
*Припой не проникает внутрь скруток проводов.

# 6.3 Подготовка проводников/выводов компонентов – Лужение (продолжение)


Рисунок 6-19

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**
*Микроотверстия, пустоты или явления отсутствия смачивания/плохого смачивания превышают 5% от поверхности, подвергающейся лужению.
*Длина нелуженого участка провода от конца изоляции до начала лужения превышает величину диаметра одной жилы провода.
**Примечание:** PC/EIA J-STD-002 содержит дополнительную информацию к указанным выше требованиям.

**Дефект: класс 2,3**
*Припой не смачивает луженую часть провода.
*Скрученный провод не луженый перед соединением с контактной клеммой или формованным соединением (исключение – соединение петлей)


Рисунок 6-20

**Дефект: класс 1,2,3**
*Припой покрыл часть провода, гибкость которой после лужения является обязательным условием.
*Припой выступает над луженой поверхностью провода, что может оказать влияние на последующие сборочно-монтажные операции.

## 6.4 Формовка выводов – Ослабление напряжения

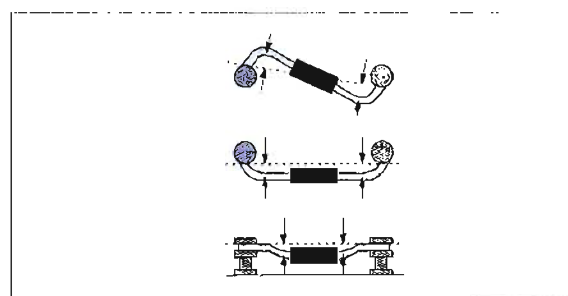


Рисунок 6-21

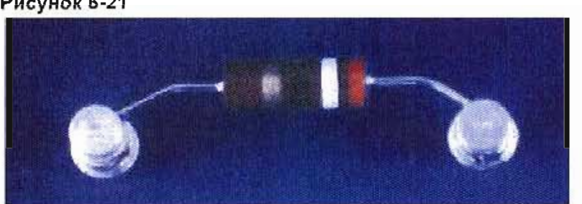


Рисунок 6-22

**Образец – класс 1,2,3**

*Расположение оси компонента относительно кромки штырькового контакта составляет, по крайней мере, половину (50%) диаметра компонента, или 1,3 мм (0,0511 дюйма) (выбирается большее значение).

*В случае крепления компонентов хомутами или на клей необходимо применение конструкций ослабляющих напряжение.

Рисунок 6-23

**Приемка – класс 1,2,3**

*Один из выводов выполнен со снятием напряжения, компонент не крепится хомутом, на клей или не фиксируется каким-либо иным способом.

*Все выводы выполнены со снятием напряжения в случае, когда компонент крепится хомутом, на клей или фиксируется каким-либо иным способом.

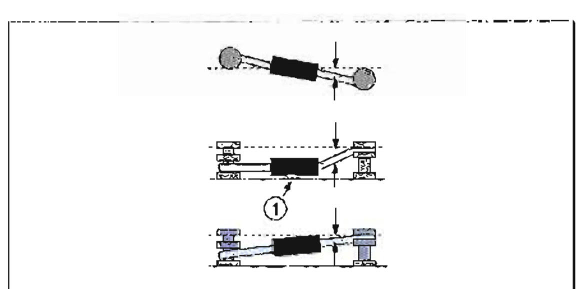


Рисунок 6-24
1-Клей

**Дефект: класс 1,2,3**

*Отсутствует снятие напряжения.

*Отсутствует снятие напряжения всех выводов закрепленных компонентов.

## 6.5 Вспомогательные петли

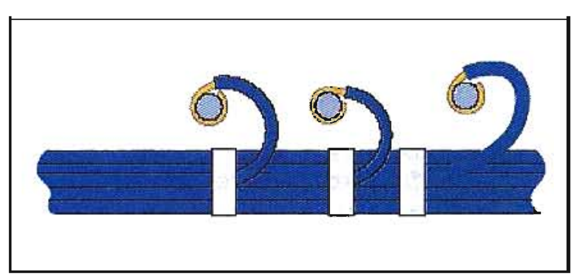


Рисунок 6-25

**Приемка – класс 1,2,3**

*Для однократного ремонта в условиях эксплуатации изделия обеспечена вспомогательная петля с достаточным запасом.

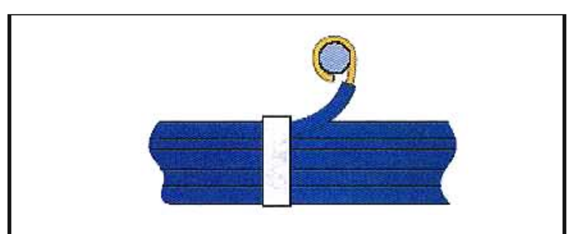


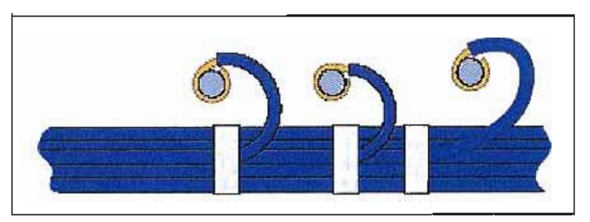
Рисунок 6-26

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**

*Провод слишком короток, чтобы обеспечить дополнительный виток при необходимости ремонта.

## 6.6 Штырьковые контакты - Изгиб для снятия натяжения вывода/провода

### 6.6.1 Штырьковые контакты - Изгиб для снятия натяжения вывода/провода – Вязка жгутом

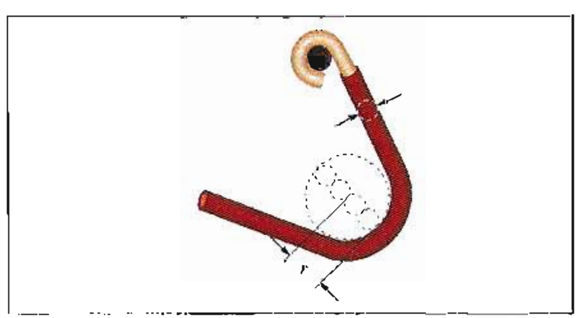

Рисунок 6-27

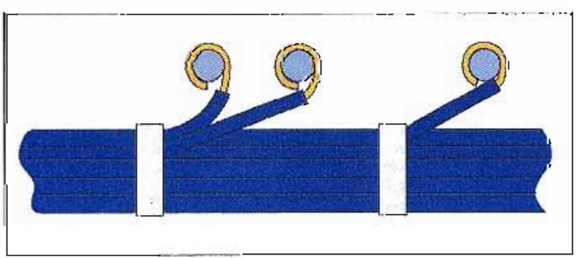
**Приемка – класс 1,2,3**

*Провод подводится к контакту петлей или изгибом, достаточным для снятия любых натяжений в соединении, возникающих при тепловых или вибрационных воздействиях (рисунок 6-28).

*Ориентация изгиба для снятия напряжения не нагружает механическую накрутку или паяное соединение.

*Изгиб, не касающийся контакта, соответствует таблице 7-1 (рисунок 6-28)


Рисунок 6-28


Рисунок 6-29

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**

*Недостаточное снятие напряжения

*Натяжение намотанного провода

## 6.6.2 Штырьковые контакты - Изгиб для снятия натяжения вывода/провода - Одиночный провод

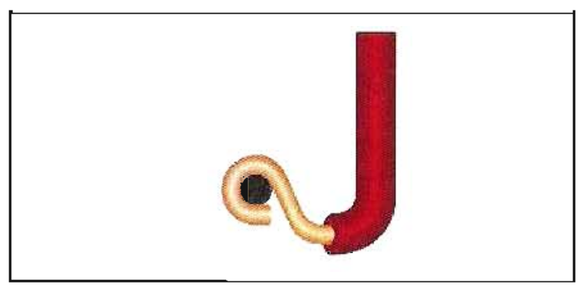


Рисунок 6-30

**Приемка – класс 1**
**Дефект: класс 2,3**

*Направление формовки провода вокруг контакта обратно направлению подвода.

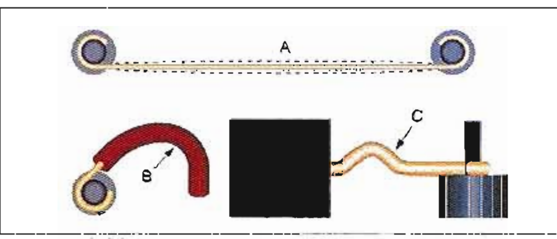



Рисунок 6-31

**Приемка – класс 1,2,3**

*Провод проложен строго по прямой между штырьковыми контактами, без петли или изгиба, но не натянут (А).

*Изгибы не перекручены (В,С). Обращайтесь к таблице 7-1.

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**

*Не соблюдены требования к радиусу изгиба. Обращайтесь к таблице 7-1.

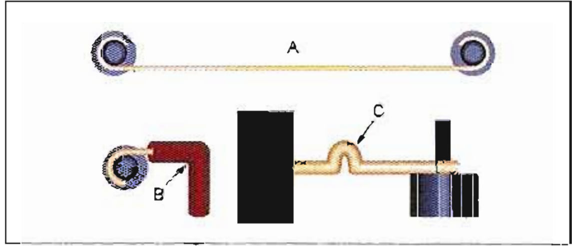



Рисунок 6-32

**Дефект: класс 1,2,3**

*Провод между штырьковыми контактами туго натянут. (А)

*Радиус изгиба не соответствует требованиям таблицы 7-1 (В).

*Изгибы перекручены. (С)

## 6.7 Размещение выводов/проводов

Применимо как для проводов, так и для выводов компонентов. Приведенные критерии относятся исключительно к представленным в пунктах 6.7.1 – 6.7.9 соответствующим типам соединений.

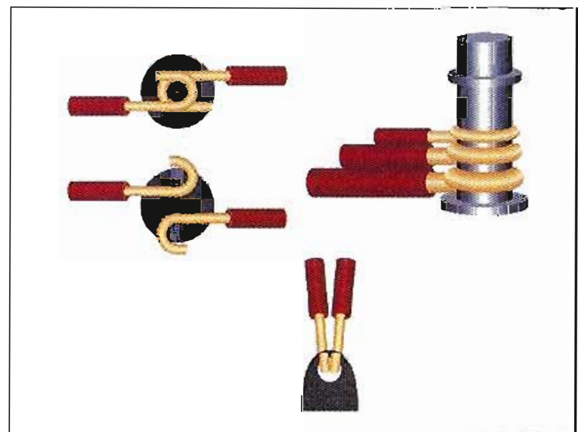


Рисунок 6-33

**Приемка – класс 1,2,3**

*Витки вокруг контакта параллельны основанию штырькового контакта и между собой.

*Витки располагаются как можно ближе к основанию штырькового контакта, насколько позволяет изоляция.

*Навитые на штырьковый контакт провода не пересекаются и не накладываются друг на друга.

*Калибровочные детали монтируются на пустотелые контакты, рисунок 6-34

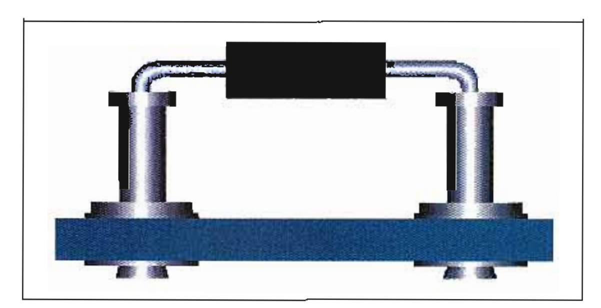


Рисунок 6-34

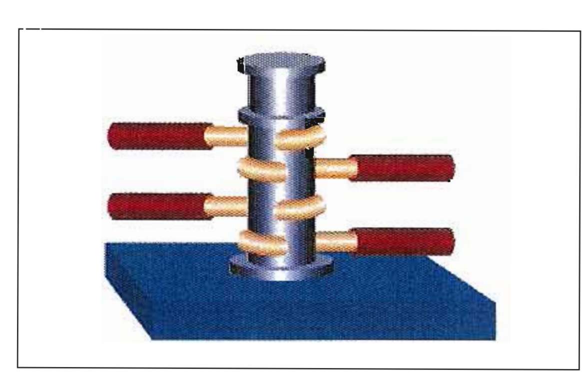


Рисунок 6-35

**Приемка – класс 1,2**
**Индикатор процесса – класс 3**

*Провода не располагаются на основании контакта и не контактируют с уложенными ранее проводами.

**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**

*Навитые на штырьковый контакт провода пересекаются и накладываются друг на друга (не показано).

# 6.7.1 Размещение выводов/проводов - Колоночные и прямые контакты



Рисунок 6-36

**Образец – класс 1,2,3**

*Витки параллельны друг другу и основанию.

*Провод закреплен вплотную к основанию контакта.

*Для прямых штырьковых контактов диаметр верхнего провода контакта меньше диаметра шляпки контакта.

*Виток охватывает дугу минимум 180° и максимум 270°.

*Перед пайкой провода и выводы механически закрепляются на штырьковом контакте.

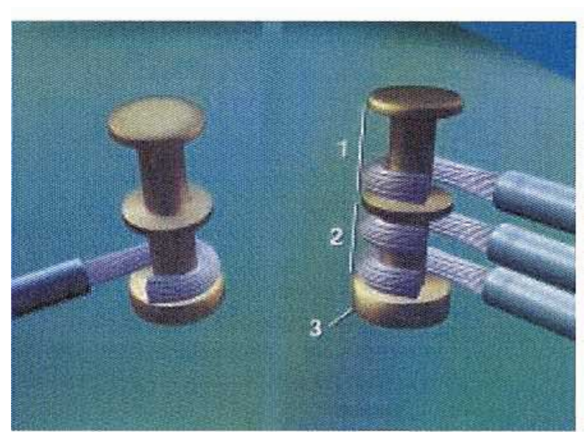



Рисунок 6-37
1. Верхний направляющий паз
2. Нижний направляющий паз
3. Основание

**Приемка – класс 1,2,3**

*Провода и выводы охватывают штырьковый контакт по дуге минимум 180° и не перекрещиваются.

# 6.7.1 Размещение выводов/проводов - Колоночные и прямые контакты (продолжение)



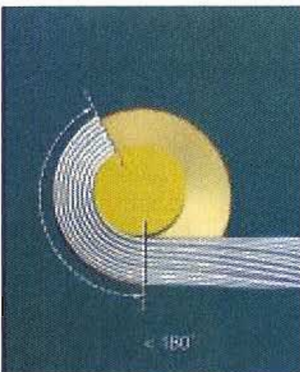



Рисунок 6-38

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**
*Провод перекрывается собственным концом.

**Индикатор процесса – класс 2**
*Дуга контакта витка между проводом и штырьковым контактом (круглые штыри) лежит в пределах от 90° до менее 180°.

**Дефект: класс 1,2**
*Дуга контакта витка между проводником и штырьковым контактом (круглые штыри) составляет менее 90°.

**Дефект: класс 1,2,3**
*Излишняя длина провода нарушает минимальный электрический зазор.

**Дефект: класс 3**
*Дуга контакта витка между проводом и штырьковым контактом (круглые штыри) составляет менее 180°.

## 6.7.2 Размещение выводов/проводов - Вильчатые контакты

### 6.7.2.1 Размещение выводов/проводов - Вильчатые контакты – Боковое крепление



Рисунок 6-39

**Образец – класс 1,2,3**

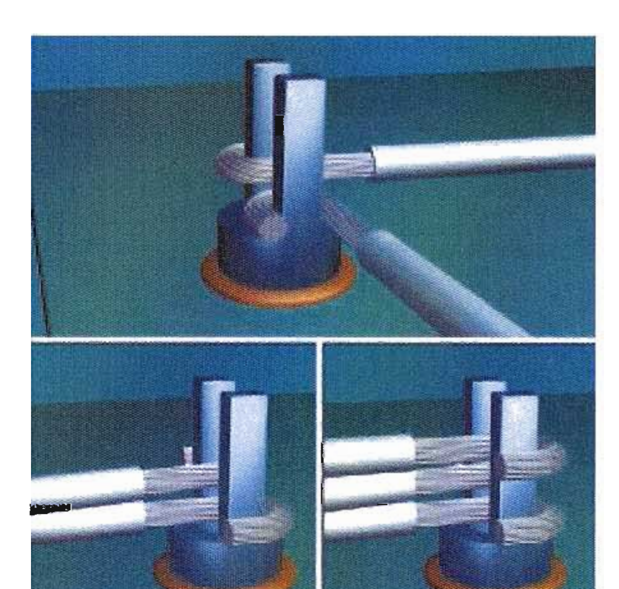
*Провод или вывод, изогнутый на 180°, соприкасается с двумя параллельными столбикам одного вильчатого контакта.

*Срезанный конец провода соприкасается с контактом.

*Перекрещивание провода отсутствует.

*Провода располагаются в возрастающем порядке, самый толстый снизу.

*Несколько проводов подсоединяются поочередно на разные столбики одного контакта.


Рисунок 6-40

**Приемка – класс 1,2,3**

*Концы проводов могут выступать за основание штырькового контакта, если обеспечивается минимальный электрический зазор.

*Провод пропускается через зазор вилки и образует контакт, по меньшей мере, с одной из граней столбика.

*Никакая часть провода не расположена выше столбика контакта.

*Минимальный угол изгиба провода вокруг столбика контакта должен быть не менее 90°.

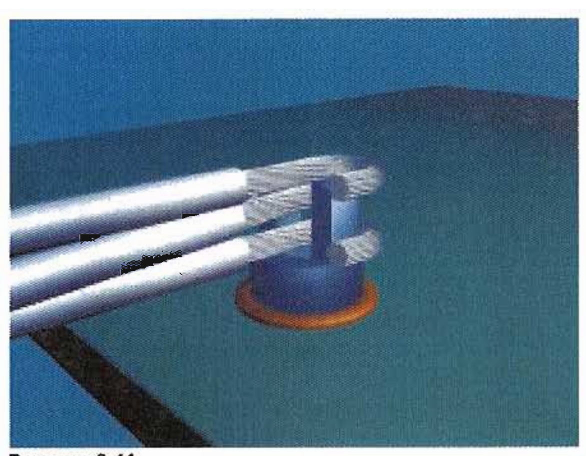
**Приемка – класс 1,2**

*Провода/выводы диаметром 0,75 мм (0,0295 дюйма) и больше пропускаются между столбиками напрямую, без оборачивания.

**Приемка – класс 3**

*Провода/выводы диаметром 0,75 мм (0,0295 дюйма) и больше пропускаются между столбиками напрямую, без оборачивания и закреплены, см. раздел 6.7.3.

# 6.7.2.1 Размещение выводов/проводов - Вильчатые контакты – Боковое крепление (продолжение)

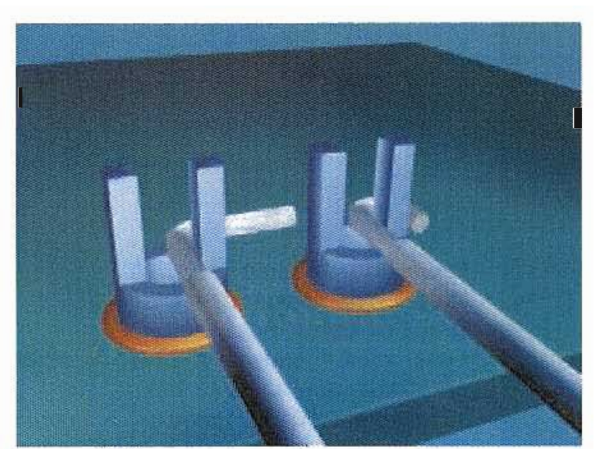

Рисунок 6-41

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**

*Любая часть провода превышает высоту столбика контакта.

*Дуга охвата контакта для проводов/выводов с диаметром <0.75 мм (0,0295 дюйма) составляет менее 90°.

*Провод перекрывается собственным концом.


Рисунок 6-42

**Дефект: класс 3**

*Провод/вывод диаметром ≥0,75 мм (0,0295 дюйма) охватывает контакт по дуге менее 90° и не закреплен, см. 6.7.3.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Провод не проходит через зазор вилки.

*Конец провода нарушает величину минимального электрического зазора, см. рисунок 6-42.

# 6.7.2.2 Размещение выводов/проводов - Вильчатые контакты – Крепление провода снизу и сверху контакта

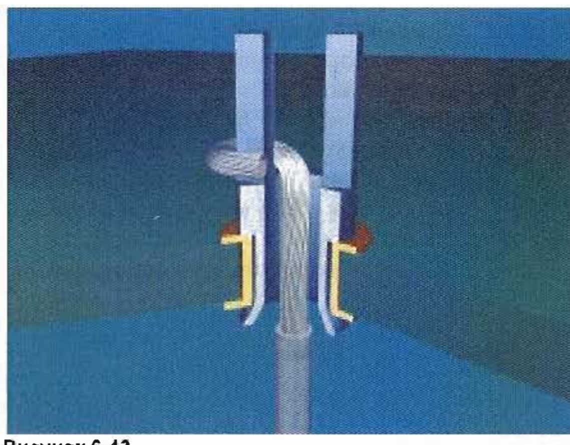


Рисунок 6-43



**Образец – класс 1,2,3**

*Изоляция провода не попадает на основание или столбики контакта.

*Проложенный снизу провод находится в контакте с двумя параллельными гранями столбика (180°).

*Провод располагается вплотную к основанию штырькового контакта.

*У проложенного сверху провода имеется зазор между столбиками, заполняемый отдельным наполнителем, или путем двукратного оборачивания провода вокруг столбика (рисунок 6-44 B,C).

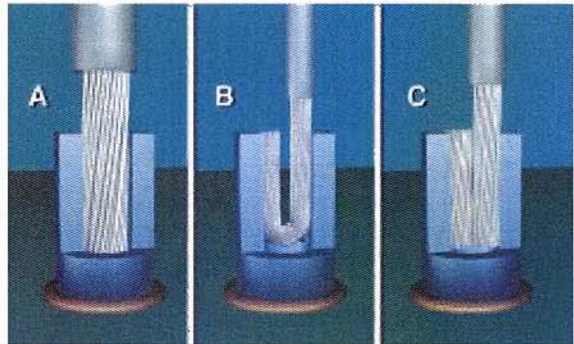



Рисунок 6-44

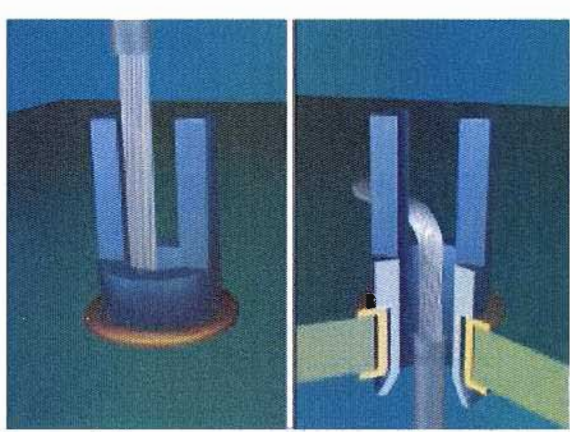


Рисунок 6-45

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**

*Изоляция провода попадает на основание или столбики вильчатого контакта.

*Проложенный сверху провод не поддерживается наполнителем.

*Дуга охвата основания контакта или столбика проложенным снизу проводником менее 90°.

# 6.7.3 Размещение выводов/проводов – Закрепленные провода/компоненты

Данный способ оценки применяется в качестве альтернативы требованиям навивки проводов 6.7.2.1 или 6.7.5 к проводам/выводам/компонентам, которые закреплены, приклеены или иным способом зафиксированы для исключения перемещения при пайке.

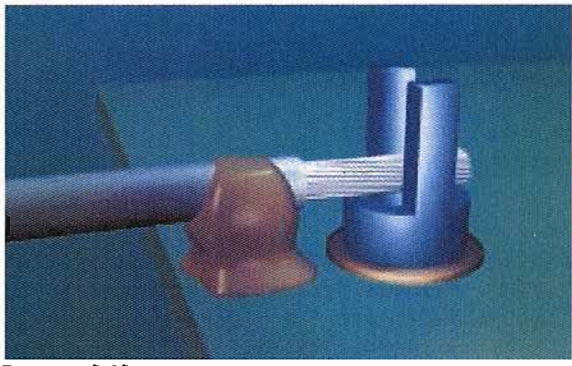


Рисунок 6-46

**Образец – класс 1,2,3**

*Провода жестко закреплены или зафиксированы неподвижным приспособлением.

*Провод контактирует с основанием контакта или с ранее закрепленным проводом.

*Провод проходит через столбики вильчатого контакта.

*Провод проходит через отверстия перфорированной стойки.

*Провод контактирует с двумя гранями перфорированной стойки.

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**

*Провода или выводы диаметром ≥0,75 мм (0,0295 дюйма) охватывающие контакт по дуге менее 90° не закреплены.

**Дефект: класс 1,2**

*Провода/выводы с диаметром <0,75 мм (0,0295 дюйма), дуга охвата контакта которых составляет менее 90°, не закреплены.

**Дефект: класс 3**

*Любой провод, пропущенный напрямую через контакт, не закреплен.

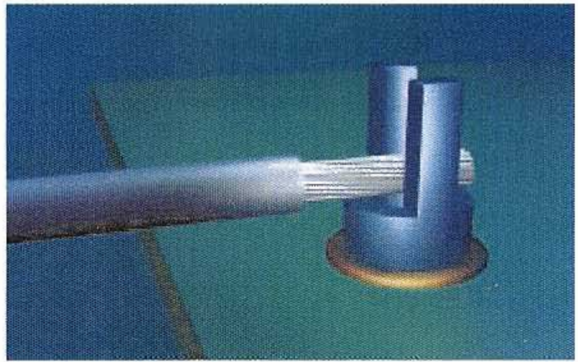


Рисунок 6-47

**Дефект: класс 1,2,3**

*Отсутствует присоединение провода, корпус компонента не приклеен к печатной плате, к смежным компонентам или не удерживается монтажным приспособлением в случаях, когда такие крепления необходимы.

## 6.7.4 Размещение выводов/проводов – Щелевые контакты


Рисунок 6-48

**Образец – класс 1,2,3**

*Вывод компонента или провод полностью расположен в щелевом контакте и выступает с его противоположной стороны.

*Провод находится в контакте с металлическим основанием контакта или с ранее закрепленным проводом.


Рисунок 6-49

**Приемка – класс 1,2,3**

*Конец провода или вывода компонента выступает с противоположной стороны контакта.

*Никакая часть провода не возвышается над верхней плоскостью контакта.

**Примечание:** Не рекомендуется накручивание провода на щелевые контакты.


Рисунок 6-50

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**

*Конец вывода компонента не выступает с противоположной стороны контакта.

*Часть провода, находящаяся в соединении, возвышается над верхней плоскостью контакта.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Конец провода нарушает величину минимального электрического зазора.

# 6.7.5 Размещение выводов/проводов – Перфорированные лепестки

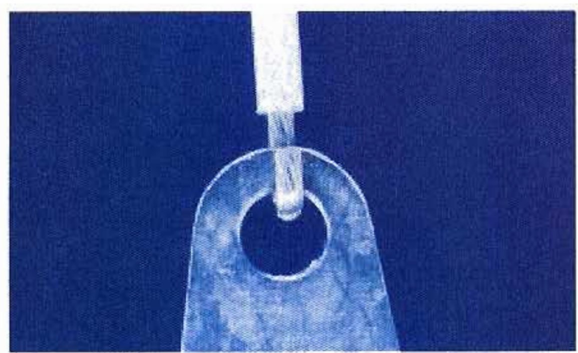


Рисунок 6-51

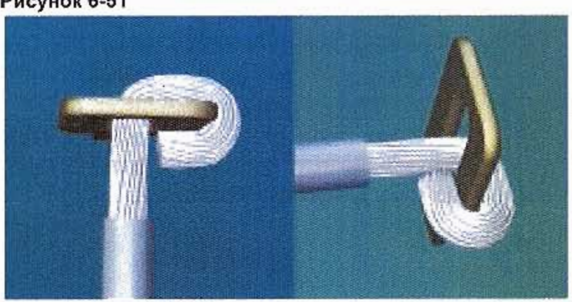


Рисунок 6-52

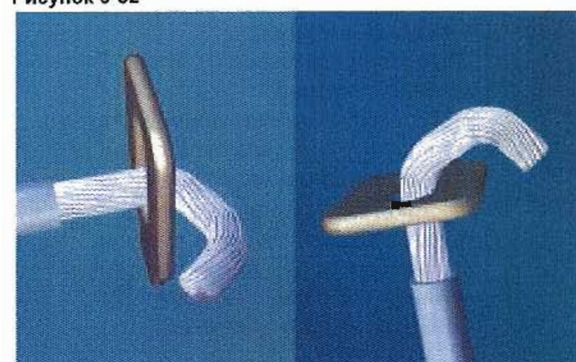


Рисунок 6-53

**Образец – класс 1,2,3**

*Провод пропускается через отверстие лепестка.

*Провод навивается так, чтобы обеспечить контакт с обеими гранями лепестка.

**Приемка – класс 1**
**Дефект: класс 2,3**

*Дуга охвата контакта проводом менее 90° и провод не находится в контакте с двумя смежными гранями лепестка.

*Провод не пропущен через отверстие лепестка.

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2,3**

*Провод перекрывается собственным концом.

**Дефект: класс 2,3**

*Размеры лепестка изменены для подключения провода или группы проводов большего размера.

*Число жил не соответствует требованиям таблицы 6-1.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Конец провода нарушает величину минимального электрического зазора между проводниками, не находящимися в контакте (не показано).

## 6.7.6 Размещение выводов/проводов – Крючковые контакты


Рисунок 6-54

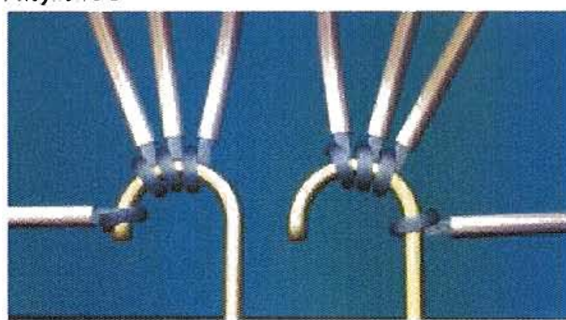
**Образец – класс 1,2,3**

*Дуга охвата контакта проводом составляет как минимум 180°.

*Расстояние от конца крючка контакта до ближайшего провода равняется минимум одному диаметру провода.

*Провода располагаются на крючке в переделах дуги 180°.

*Отсутствует взаимное перекрытие проводов.


Рисунок 6-55

**Приемка – класс 1,2,3**

*Провода имеют контакт с крючковым контактом и охватывают его по дуге минимум 180°.

*Отсутствует перекрытие витков.

*Расстояние от конца крючка контакта до ближайшего провода равняется минимум одному диаметру провода.


Рисунок 6-56

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**

*Расстояние витка провода от конца крючка меньше одного диаметра провода.

*Дуга охвата меньше 180°.

*Провод прикреплен за пределами дуги крючка и расположен на расстоянии меньше двух диаметров провода от основания контакта, или меньше 1,0 мм (0,039 дюйма) (выбирается большее из двух значений).

**Приемка: класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2,3**

*Провод перекрывается собственным концом.

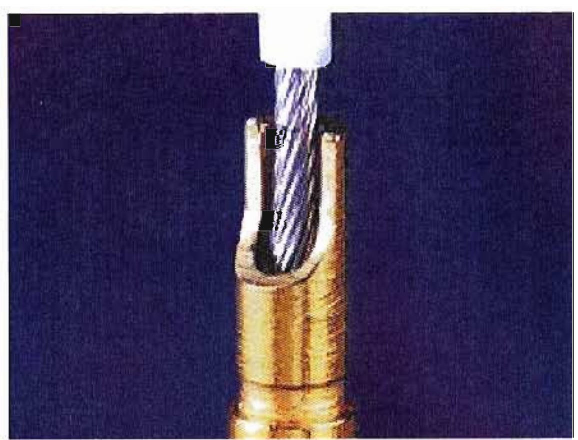
**Дефект: класс 1,2**

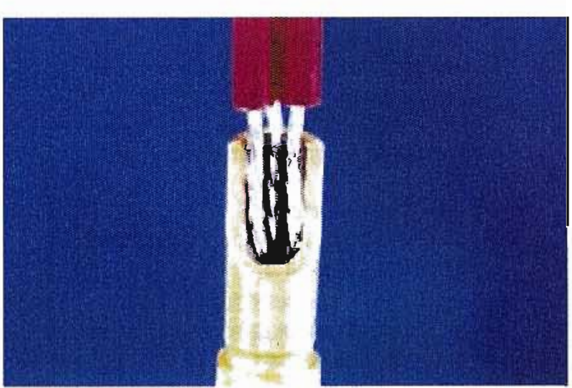
*Дуга охвата менее 90°.

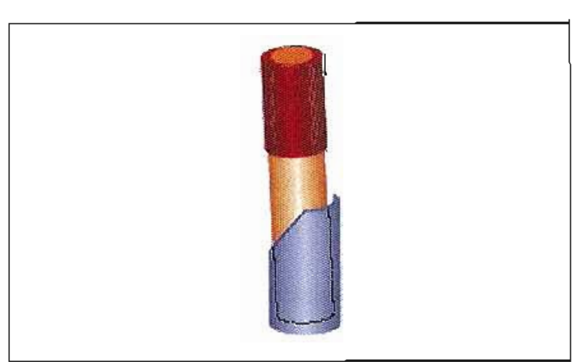
**Дефект: класс 1,2,3**

*Конец провода нарушает минимальный электрический зазор с другим проводом, не связанным с ним электрически.

## 6.7.7 Размещение выводов/проводов – Гильзы для пайки


Рисунок 6-57


Рисунок 6-58


Рисунок 6-59

**Образец – класс 1,2,3**

*Провода вставляется в гильзу для пайки на всю глубину гильзы до контакта с донышком или с другими вставленными проводами.

**Приемка – класс 1,2,3**

*Провода не находятся в контакте с донышком гильзы, что не влияет на форму, контакт или функциональные характеристики соединения.

**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**

*Провода вставлены не на всю глубину гильзы.

**Дефект: класс 2,3**

*Гильза перевернута для прохождения слишком толстого провода или группы проводов.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Жилы проводов не соответствуют разделу 6.9.3.

*Провода не находятся в контакте с донышком гильзы, что мешает последующим действиям по монтажу

# 6.7.8 Размещение выводов/проводов - Последовательное соединение штырьковых контактов

При соединении трех и более контактов общим проводом в шину, концевые контакты должны отвечать требованиям к отдельным контактам в части крепления проводов.



Рисунок 6-60



Рисунок 6-61

**Образец – класс 1,2,3**

*Радиус ослабления напряжения между каждым контактом.

*Колоночные контакты: Провод контактирует с основанием контакта, или закрепленным ранее проводом и частичным или полным витком охватывает каждый контакт.

*Крючковые контакты: Провод охватывает контакт на 360°.

*Вильчатые контакты: Провод пропускается между столбиками и контактирует с основанием контакта или с ранее закрепленными проводами.

*Контакты с отверстиями (перфорированные лепестки): Провод контактирует с двумя несмежными гранями каждого контакта.

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**

*Колоночные контакты: Провод не обернут на 360° вокруг каждого внутреннего столбика, или не перевивается между контактами.

*Крючковые контакты: Провод обернут менее чем на 360° вокруг внутреннего контакта.

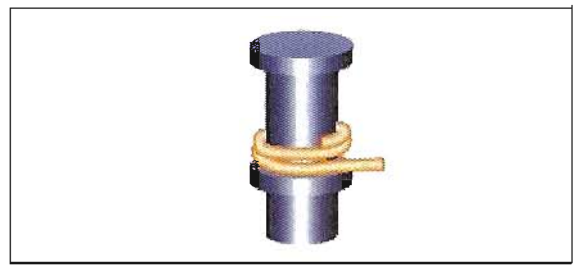
*Вильчатые контакты: Провод не пропущен между столбиками или не контактирует с основанием контакта и ранее закрепленным проводом.

*Контакты с отверстиями (перфорированные лепестки): Провод не контактирует с двумя несмежными гранями каждого внутреннего контакта.

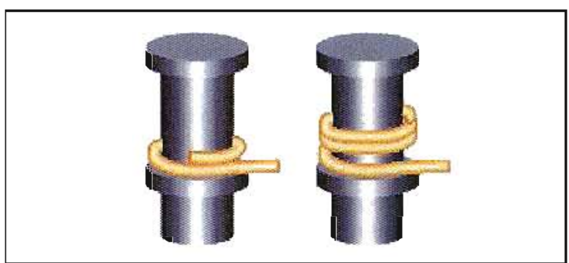
**Дефект: класс 1,2,3**

*Отсутствие ослабления напряжения между двумя контактами.

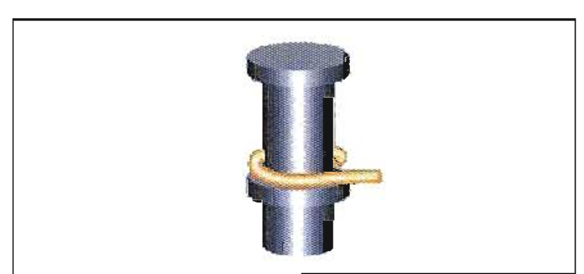
# 6.7.9 Размещение выводов/проводов - Провода AWG 30 и меньшего диаметра


Рисунок 6-62

**Образец – класс 1,2,3**
*Провод обернут вокруг столбика контакта два раза (720°)
*Провод не перекрещивается и не пересекается сам с собой и с другими разделанными на контакте проводами.


Рисунок 6-63

**Приемка – класс 1,2,3**
*Провод обернут более одного раза, но менее трех раз.


Рисунок 6-64

**Дефект: класс 2**
*Дуга охвата менее 180°.

**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**
*Провод обернут менее одного раза.

## 6.8 Изоляция

### 6.8.1 Изоляция – Зазор


Рисунок 6-65

**Образец – класс 1,2,3**

*Между краем изоляции и галтелью припоя имеется изолирующий зазор (C) размером в один диаметр (D) провода.

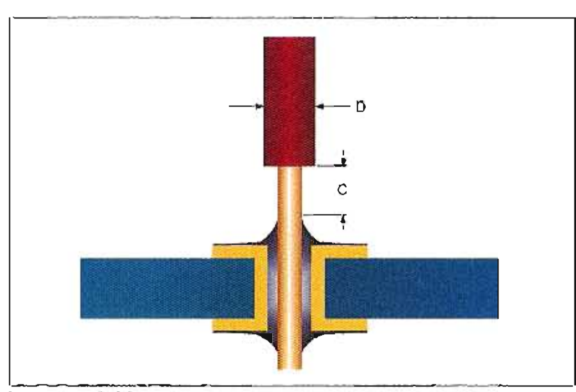


Рисунок 6-66

**Приемка – класс 1,2,3**

*Величина изоляционного зазора (C) составляет два диаметра провода и меньше, или 1,5 мм (0,0591 дюйма) (выбирается большая величина).

*Изоляционный зазор (C) не допускает закорачивания с соседними проводами.

*Изоляция находится в контакте с припоем, но не мешает формированию допустимого соединения.

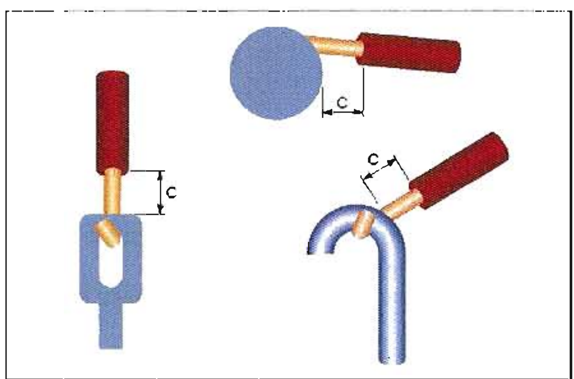
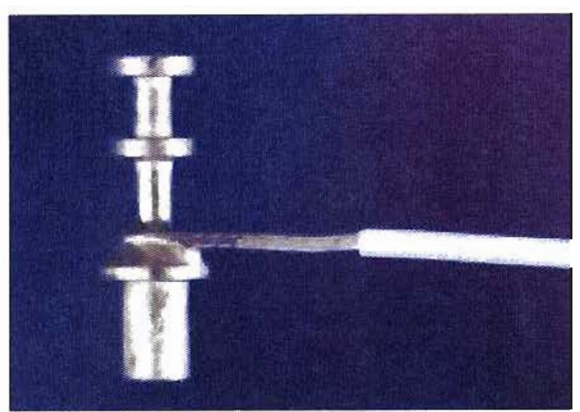


Рисунок 6-67

## 6.8.1 Изоляция – Зазор (продолжение)


Рисунок 6-68

**Приемка – класс 1**

*Допускается наличие оголенного конца провода, который не нарушает величину минимального электрического зазора между соседними электрическими контурами при движении провода.

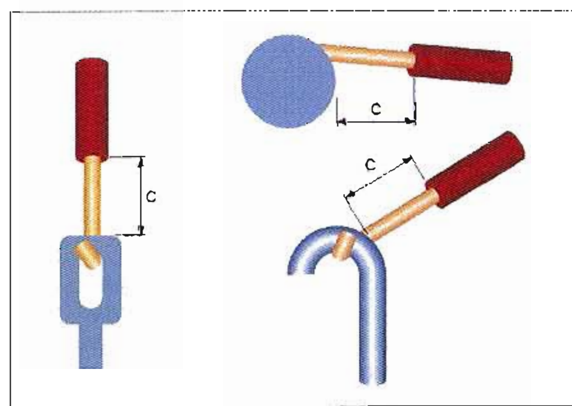


Рисунок 6-69

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**

*Величина изоляционного зазора (С) превышает два диаметра провода или 1,5 мм (0,0591 дюйма) (выбирается большая величина).

**Дефект: класс 1,2,3**

*Изоляционный зазор (С) допускает закорачивание с соседними проводами.

*Изоляция пересекается с паяным соединением.

## 6.8.2 Изоляция – Повреждения

### 6.8.2.1 Изоляция – Повреждения – Повреждения изоляции проводов перед пайкой

Покрытия, выполненные поверх изоляционного материала проводов, такие как покрытия полиимида не считаются частью изоляции. Критерии, описанные в данном разделе, не предназначены для применения к таким видам покрытий.

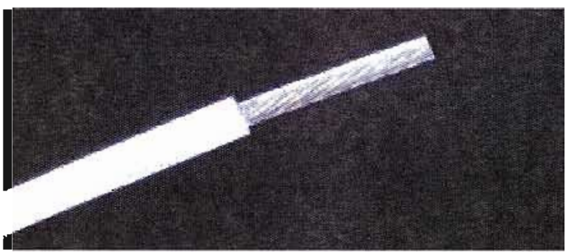


Рисунок 6-70

**Образец – класс 1,2,3**

*Изоляция подрезана чисто без следов обжима, вытягивания, обрыва, изменение цвета, обугливания или обгорания.

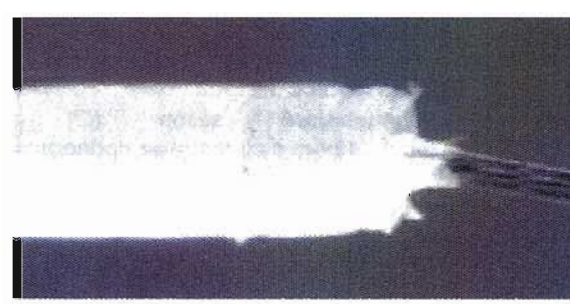


Рисунок 6-71

**Приемка – класс 1,2,3**

*На ощупь гладкая и ровная поверхность после механической зачистки.

*Химические растворы, пасты и кремы, используемые для зачистки одножильных проводов, не вызывают деградацию провода.

*Допускается слабое изменение цвета изоляции в результате термической зачистки в случае если изоляция не обуглена, не повреждена и отсутствуют трещины.

## 6.8.2.1 Изоляция – Повреждения – Повреждения изоляции проводов перед пайкой (продолжение)

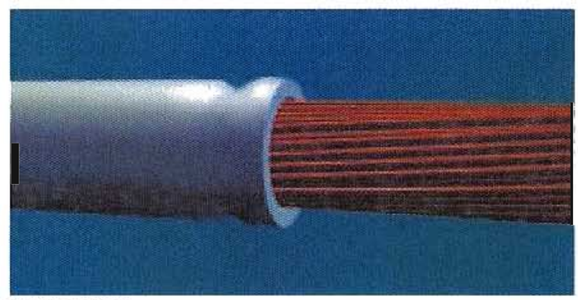

Рисунок 6-72


Рисунок 6-73

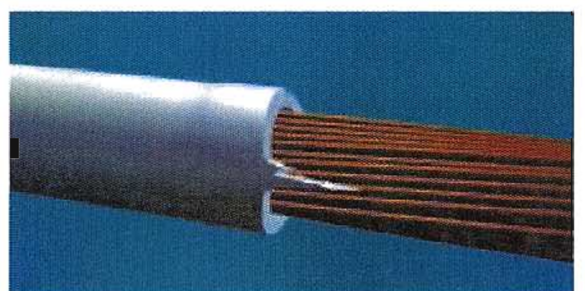

Рисунок 6-74


Рисунок 6-75

**Дефект: класс 1,2,3**

*На изоляции присутствуют срезы, трещины или расслоения (не показано).

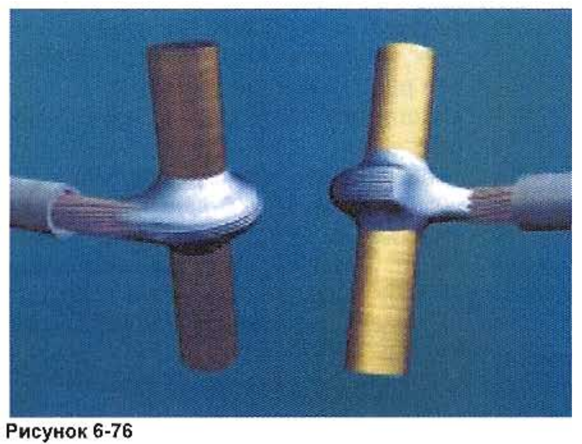
*Изоляция вплавлена в жилы проводов (не показано).

*Толщина изоляции уменьшена более чем на 20% (рисунки 6-72, 6-73).

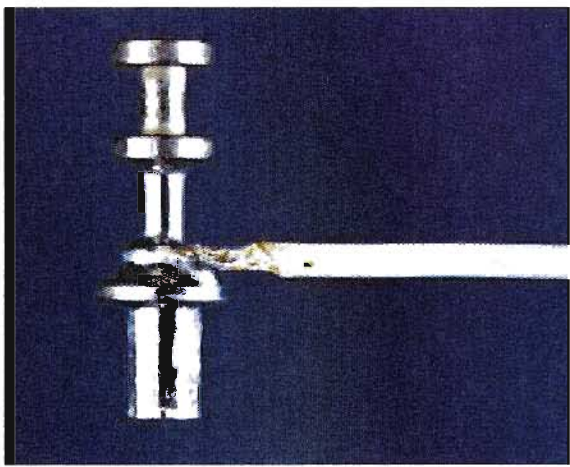
*Неровные или зазубренные куски изоляции (износ изоляции, хвосты и ошметки) превышают 50% от внешнего диаметра изоляции или 1мм (0,039 дюйма) (выбирается большая величина). Рисунок 6-74.

*Обугленная изоляция (рисунок 6-75).

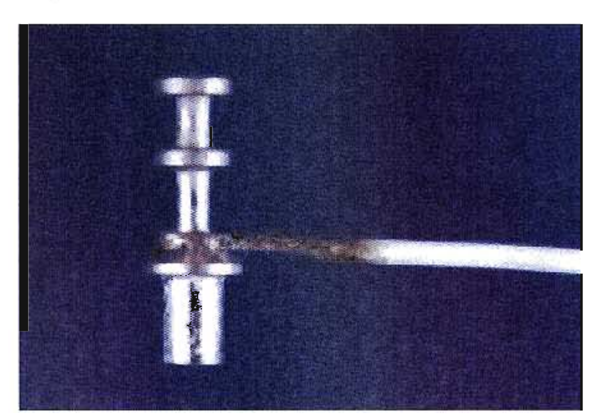
## 6.8.2.2 Изоляция – Повреждения – Повреждения изоляции проводов после пайки


Рисунок 6-76

**Образец – класс 1,2,3**
*Изоляция не оплавлена, не обуглена, отсутствуют повреждения, возникшие в процессе пайки.


Рисунок 6-77

**Приемка – класс 1,2,3**
*Незначительное оплавление изоляции.


Рисунок 6-78

**Дефект: класс 1,2,3**
*Изоляция обуглена.
*Загрязнение паяного соединения обгоревшей или оплавленной изоляцией.

## 6.8.3 Изоляция – Гибкая трубка

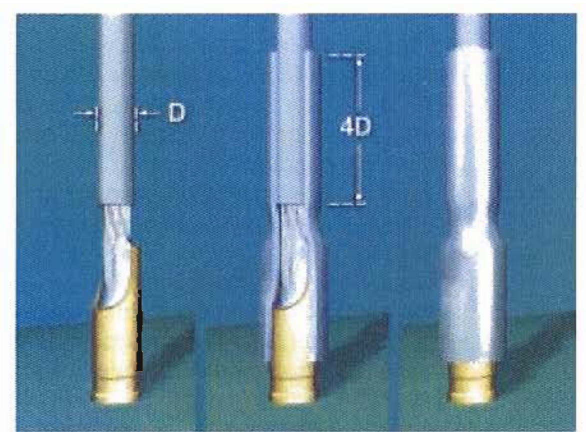



Рисунок 6-79

**Образец – класс 1,2,3**

*Изоляционная трубка накрывает соединительный разъем и заходит на изоляцию провода на расстояние 4-х его диаметров (D).

*Изоляционная трубка отстает от точки соединения разъемов на расстояние одного диаметра провода (D).

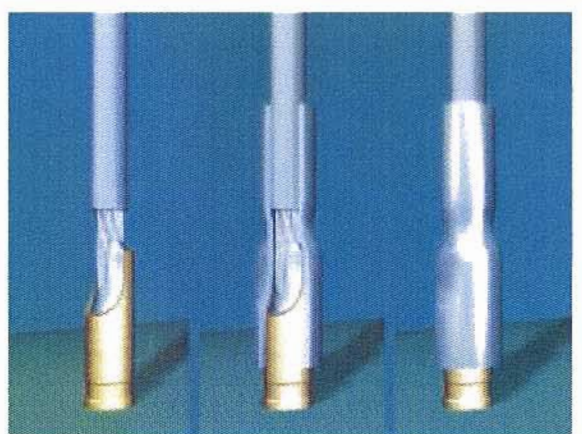


Рисунок 6-80

**Приемка – класс 1,2,3**

*Изоляционная трубка накрывает соединительный разъем и заходит на изоляцию провода на расстояние, равное как минимум двум его диаметрам.

*Изоляционная трубка отстает от точки соединения разъемов на расстояние не менее 1/2 диаметра провода и не более 2-х диаметров провода.

# 6.8.3 Изоляция – Гибкая трубка (продолжение)

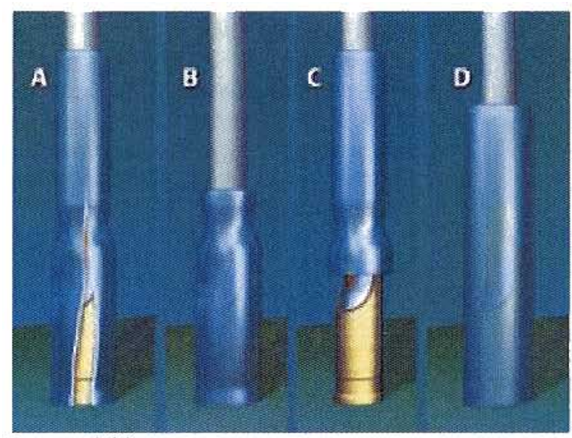



Рисунок 6-81

**Дефект: класс 2,3**

*Повреждение изоляционной трубки, например, расщепление (A), обугливание (не показано).

*Изоляционная трубка накрывает изоляцию провода на расстояние менее чем два диаметра провода (B).

*Изоляционная трубка не доходит до основания разъема на расстояние более двух диаметров провода (C).

*Фиксация изоляционной трубки ослаблена (может скользить или болтаться, оставляя незащищенной поверхность провода или разъема на расстояние больше допустимого) (D).

* Изоляционная трубка препятствует отсоединению разъемов когда такое отсоединение требуется.

# 6.9 Провода

Применимо к проводам на иллюстрациях. Требования к повреждению одножильного провода приводятся в разделе 7.1.2.3.

## 6.9.1 Провода – Деформация

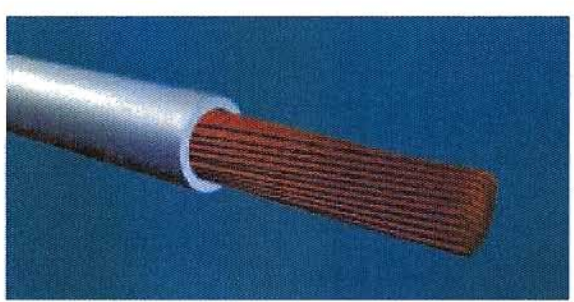


Рисунок 6-82

**Образец – класс 1,2,3**

*Жилы провода не оборваны, не сплющены, не перекручены, не изогнуты, не спутаны или не деформированы каким-либо иным образом.

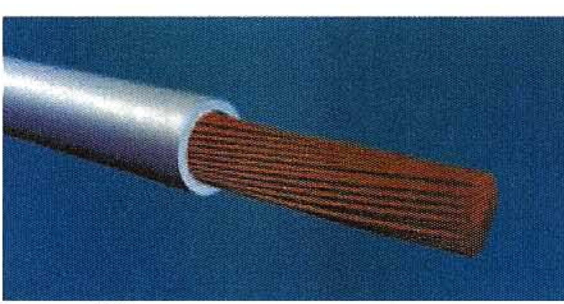


Рисунок 6-83

**Приемка – класс 1,2,3**

*Там, где жилы вытянуты при зачистке изоляции, их следует раскрутить до исходного спирального положения.

*Жилы провода перекручены.

**Приемка – класс 1**
**Дефект: класс 2,3**

*Не сохраняется главное направление закрутки жил провода.

## 6.9.2 Провода – Расхождение жил (Птичья клетка)

Ориентация жил провода, нарушенная в процессе снятия с него изоляции должна быть восстановлена до соответствия первоначальному состоянию.

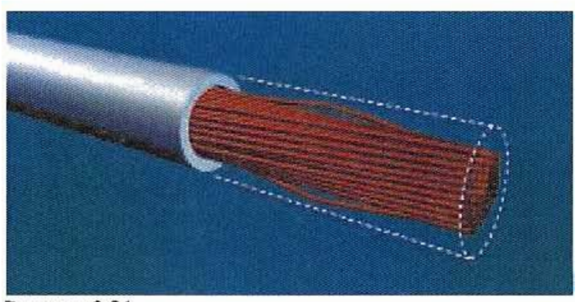


Рисунок 6-84

**Образец – класс 1,2,3**

*Первоначальная укладка жил провода не нарушена.

**Приемка – класс 1,2,3**

*Расхождение жил провода («птичья клетка») не выходит за пределы:

- *Величины диаметра одной жилы провода.
- *Внешнего диаметра изоляции.

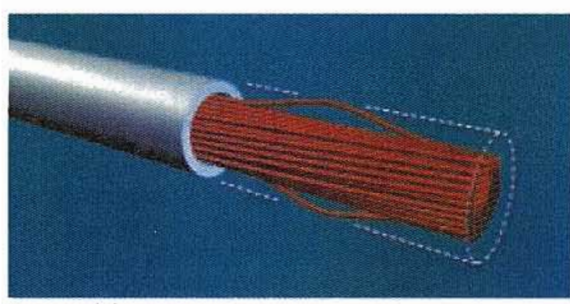


Рисунок 6-85

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**

*Расхождение жил проводов превышает величину диаметра одной жилы, но не выходит за пределы внешнего диаметра изоляции.

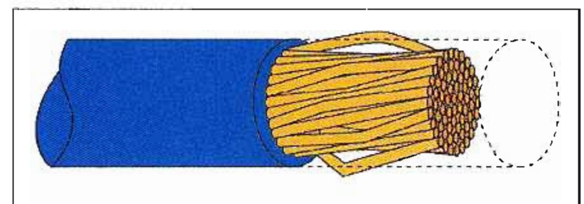
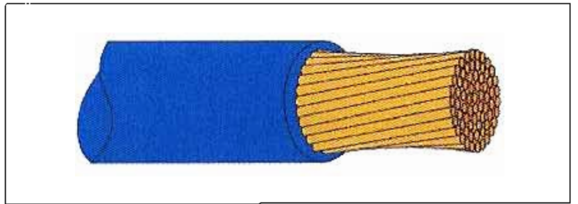


Рисунок 6-86

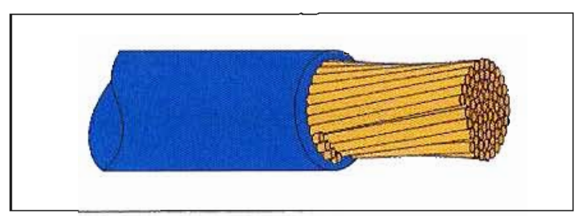
**Приемка – класс 1**
**Дефект: класс 2,3**

*Жилы провода вышли за пределы внешнего диаметра изоляции.

## 6.9.3 Провода – Повреждения


Рисунок 6-87

**Образец – класс 1,2,3**
*Жилы не ободраны, не зазубрены, не оборваны, не надрезаны или не повреждены каким-либо иным способом.


Рисунок 6-88

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2,3**
*Жилы оборваны, надломлены или обрезаны, если количество поврежденных жил в одном проводе не превышает значений приведенных в таблице 6-1.

**Дефект: класс 1,2,3**
*Количество поврежденных жил (зазубренных, обрезанных или надломленных) одного провода превышает значения приведенные в таблице 6-1.


Рисунок 6-89

**Таблица 6-1 Допустимые повреждения жил**

| Количество жил в проводе | Максимально допустимое количество зазубренных, обрезанных или надломленных жил для классов 1,2 | Максимально допустимое количество зазубренных, обрезанных или надломленных жил для класса 3 для проводов, которые не будут лудиться перед монтажом | Максимально допустимое количество зазубренных, обрезанных или надломленных жил для класса 3 для проводов, которые будут лудиться перед монтажом |
|---|---|---|---|
| | Класс 1 и 2 | Класс 3 | Класс 3 |
| Менее 7 | 0 | 0 | 0 |
| 7-15 | 1 | 0 | 1 |
| 16-25 | 3 | 0 | 2 |
| 26-40 | 4 | 3 | 3 |
| 41-60 | 5 | 4 | 4 |
| 61-120 | 6 | 5 | 5 |
| 121 или более | 6% | 5% | 5% |

**Примечание 1**. При напряжениях 6 кВ и выше не допускается ни одной поврежденной жилы.
**Примечание 2**. Для проводов с покрытием повреждение покрытия, не оголяющее основной металл не считается повреждением жилы.

## 6.10 Контакты – Паяные соединения

Если не указаны отдельные требования для специальных типов контактов, ниже приведены общие требования для всех типов:

**Образец – класс 1,2,3**
*100% галтель припоя вокруг провода/вывода и поверхности контакта.
*Припой смачивает провод/вывод и контакт и образует отчетливо сформованную галтель с закругленной кромкой.
*В паяном соединении отчетливо различается провод/вывод.

**Приемка – класс 1,2,3**
*Галтель припоя охватывает не менее 75% периметра провода/вывода и контактной поверхности контакта.
*Высота галтели припоя более 75% диаметра провода в случае соединения провода с контактной площадкой.

**Приемка – класс 1,**
**Индикатор процесса – класс 2,3**
*Провод/вывод явно не различается в паяном соединении.

**Дефект: класс 1,2**
*Выемка в припое между намотанным проводом и контактной поверхностью менее 50%.

**Дефект: класс 3**
*выемка в припое между намотанным проводом и контактной поверхностью менее 25%.

**Дефект: класс 1,2,3**
*Галтель припоя охватывает менее 75% периметра провода/вывода и контактной поверхности контакта.

## 6.10.1 Пайка – Штырьковые колоночные контакты

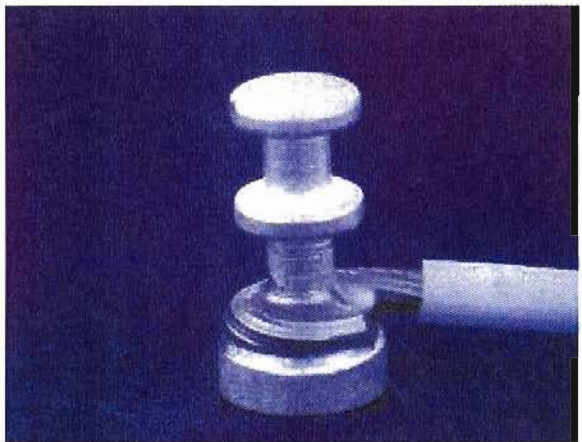

Рисунок 6-90


Рисунок 6-91

**Образец – класс 1,2,3**
*Отчетливо различаются контуры вывода,
*Галтель припоя во всех точках провода/вывода и пограничной области контакта.

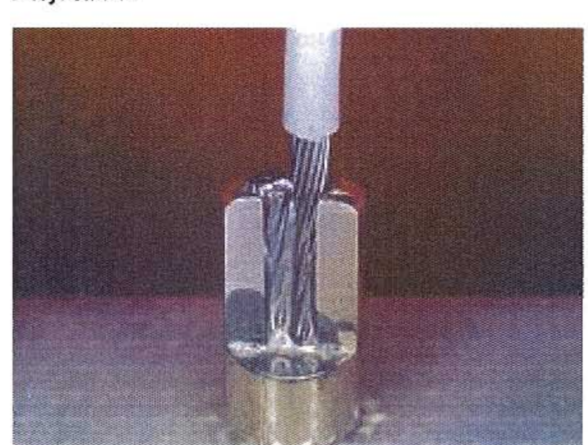
**Приемка – класс 1,2,3**
*Минимум 75% контактной поверхности между проводом/выводом и штырьковым контактом смочено припоем, если припой распространяется по окружности контакта на 180° и более.
*Припой должен смачивать 100% контактной поверхности между проводом/выводом и штырьковым контактом, если припой распространяется по окружности контакта меньше чем на 180°.


Рисунок 6-92

**Дефект: класс 1,2,3**
*Недостаточное смачивание.
*Меньше 75% контактной поверхности между проводом/выводом и штырьковым контактом смочено припоем, если припой распространяется по окружности контакта на 180° и более.
*Припой смачивает меньше100% контактной поверхности между проводом/выводом и штырьковым контактом, если припой распространяется по окружности контакта меньше чем на 180°.

## 6.10.2 Контакты – Пайка – Вильчатые контакты


Рисунок 6-93


Рисунок 6-94

**Образец** – класс 1,2,3

*Отчетливо различаются контуры вывода, припой гладко растекся по проводу и контакту.

*Припой заполняет все зазоры между проводом/выводом и пограничной областью контакта.

# 6.10.2 Контакты – Пайка – Вильчатые контакты (продолжение)



**Приемка – класс 1,2,3**

*Минимум 75% контактной поверхности между проводом/выводом и вильчатым контактом смочено припоем, если припой распространяется по окружности контакта на 180° и более.

*Припой должен смачивать 100% контактной поверхности между проводом/выводом и вильчатым контактом, если припой распространяется по окружности контакта меньше чем на 180°.

*Припой заполняет по меньшей мере, 75% высоты контактной области при монтаже проводов сверху *(рис 6-97 – примечание переводчика).*



Рисунок 6-95

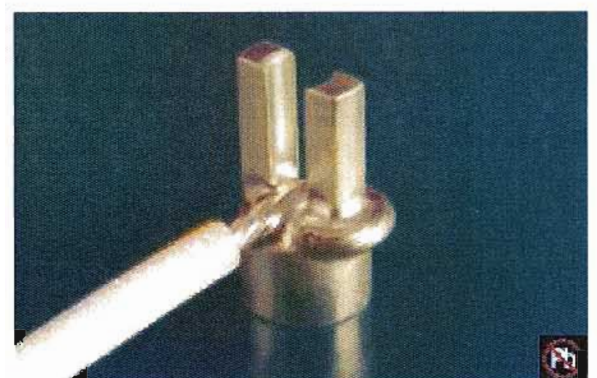


Рисунок 6-96

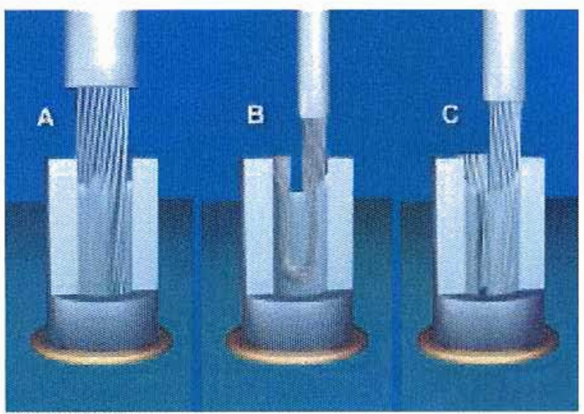



Рисунок 6-97

## 6.10.2 Контакты – Пайка – Вильчатые контакты (продолжение)

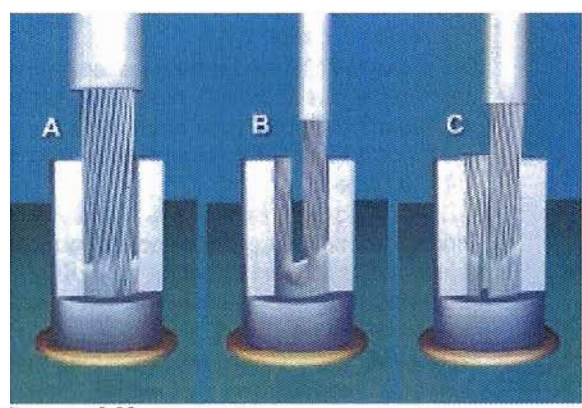



Рисунок 6-98

**Дефект: класс 1,2,3**

*Припой заполняет меньше 75% высоты контактной области при монтаже проводов сверху.

*Припой заполняет меньше100% контактной поверхности между проводом и вильчатым контактом, если припой распространяется по окружности контакта меньше чем на 180°.

*Припой заполняет меньше75% контактной поверхности между проводом и вильчатым контактом, если припой распространяется по окружности контакта на 180° и более.

## 6.10.3 Пайка – Щелевые контакты

Припой должен формировать галтель с той частью вывода или провода, которая контактирует с контактной областью. Припой может полностью заполнять щель, но не должен возвышаться над верхним концом щелевого контакта. Провод или вывод должен быть виден в области контакта.


Рисунок 6-99

**Образец – класс 1,2,3**

*Припой формирует галтель с той частью вывода или провода, которая контактирует с контактной областью.

*Видимый электрический зазор.


Рисунок 6-100

**Приемка – класс 1,2,3**

*Припой заполняет щель.

*Конец вывода или провода виден в паяном соединении.


Рисунок 6-101

**Дефект: класс 1,2,3**

*Конец вывода или провода не виден в паяном соединении.

*Припой не образует 100% контакт с той частью вывода, которая контактирует с контактной областью (не показано).

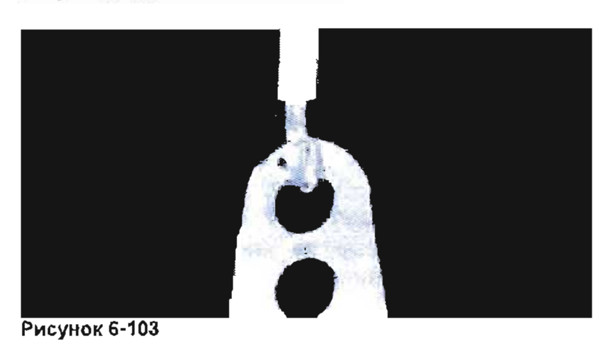
## 6.10.4 Пайка - Перфорированные лепестки


Рисунок 6-102

**Образец – класс 1,2,3**

*Отчетливо различаются контуры вывода, припой гладко растекся по проводу и контакту.

*Припой заполняет все зазоры между проводом/выводом и пограничной областью контакта.


Рисунок 6-103

**Приемка – класс 1,2,3**

*Минимум 75% контактной поверхности между проводом и лепестком смочено припоем, если припой распространяется по периметру лепестка на 180° и более.

*Припой должен смачивать 100% контактной поверхности между проводом и лепестком, если припой распространяется по периметру лепестка меньше чем на 180°.


Рисунок 6-104


Рисунок 6-105

**Дефект: класс 1,2,3**

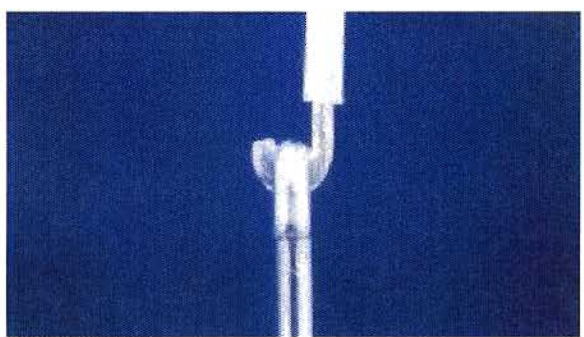
*Отсутствие смачивания контактной поверхности лепестка в результате перегрева.

*Угол контакта припоя превышает 90°.

*Припой смачивает меньше 100% контактной поверхности, если припой распространяется по периметру лепестка меньше чем на 180°.

*Меньше 75% контактной поверхности смочено припоем, если припой распространяется по периметру лепестка на 180° и более.

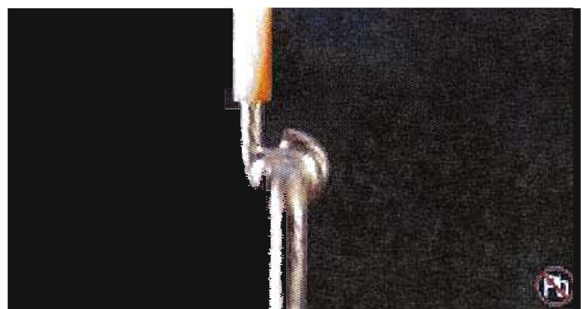
## 6.10.5 Контакты – Пайка – Штырьковые крючковые контакты


Рисунок 6-106

**Образец – класс 1,2,3**

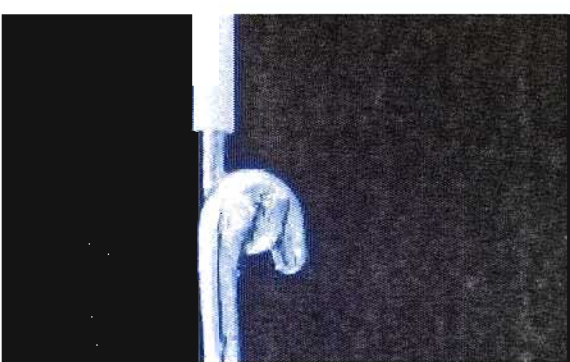
*Отчетливо различаются контуры вывода, припой гладко растекся по проводу и контакту.
*Галтель припоя во всех точках провода/вывода и пограничной области контакта.


Рисунок 6-107


Рисунок 6-108

**Приемка – класс 1,2,3**

*Минимум 75% контактной поверхности между проводом/выводом и штырьковым контактом смочено припоем, если припой распространяется по периметру контакта на 180° и более.
*Припой должен смачивать 100% контактной поверхности между проводом/выводом и штырьковым контактом, если припой распространяется по периметру контакта меньше чем на 180°.


Рисунок 6-109

**Дефект: класс 1,2,3**

*Угол контакта припоя превышает 90°.
*Припой смачивает меньше100% контактной поверхности между проводом/выводом и штырьковым контактом, если припой распространяется по периметру контакта меньше чем на 180°.
*Меньше 75% контактной поверхности между проводом/выводом и штырьковым контактом смочено припоем, если припой распространяется по периметру контакта на 180° и более.

## 6.10.6 Контакты – Пайка – Гильзы для пайки

Применимо для одножильных и многожильных проводов, одиночных и групп проводов.

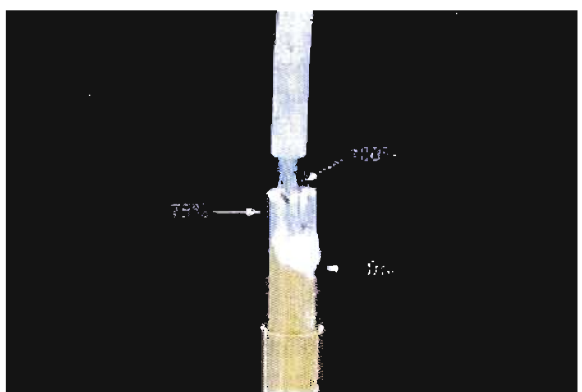


Рисунок 6-110

**Образец – класс 1,2,3**

*Припой полностью смачивает полость гильзы.

*100% заполнение гильзы припоем.

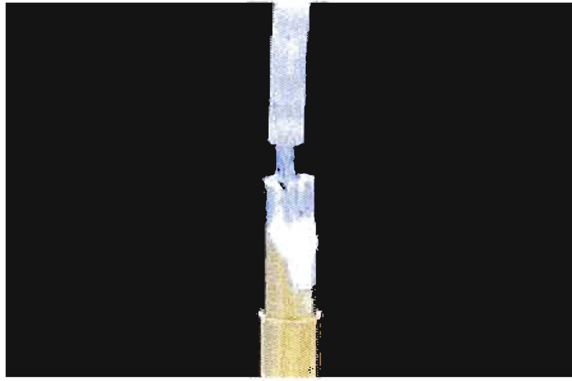


Рисунок 6-111

**Приемка – класс 1,2,3**

*Тонкая пленка припоя с внешней стороны гильзы.

*Заполнение гильзы припоем не менее 75%.

*Наплыв припоя с внешней стороны гильзы, не влияет на форму, соединение и функциональные характеристики.

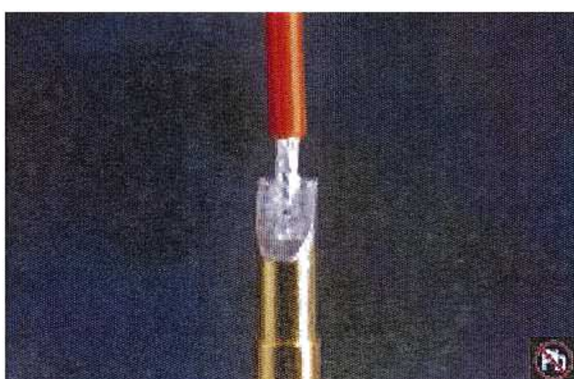
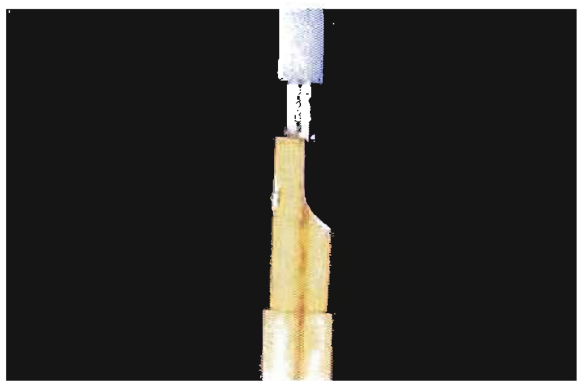


Рисунок 6-112

## 6.10.6 Контакты – Пайка – Гильзы для пайки (продолжение)


Рисунок 6-113

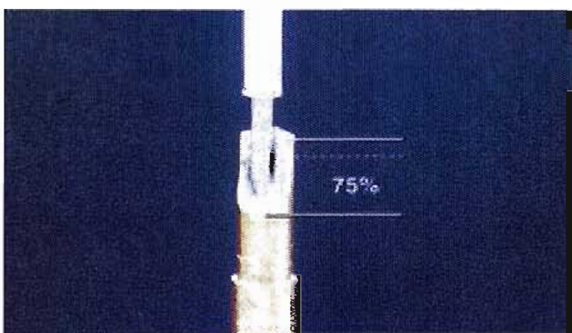


Рисунок 6-114

**Дефект: класс 1,2,3**

*Заполнение припоем гильзы по вертикали менее 75%.

*Наплыв припоя с внешней стороны гильзы, влияет на форму, соединение и функциональные характеристики.


Рисунок 6-115

## 6.11 Контакты – Повреждения – После пайки


Рисунок 6-116

**Образец – класс 1,2,3**

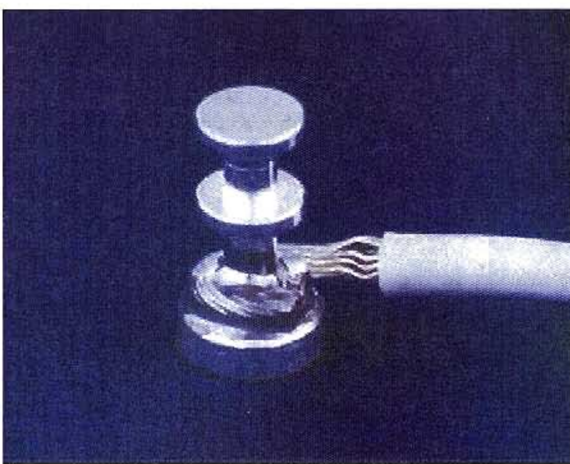
* Отсутствует расхождение жил провода типа «птичья клетка».

**Приемка – класс 1,2,3**

*Имеется расхождение жил провода типа «птичья клетка»(см рис. 6-84), но не происходит выход за пределы:

*Величины диаметра одной жилы провода.

*Внешнего диаметра изоляции.


Рисунок 6-117

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**

*Расхождение жил проводов превышает величину диаметра одной жилы, но не выходит за пределы внешнего диаметра изоляции.

**Дефект: класс 2,3**

*Расхождение жил проводов выходит за пределы внешнего диаметра изоляции.

# 7. Технология монтажа компонентов в отверстия

В данном разделе рассматриваются требования приемки по креплению, фиксации на клей, формовке выводов, монтажу и пайке компонентов монтируемых в отверстия. Расположение компонентов в электронных сборках не должно мешать установке или удалению какого-либо оборудования (в том числе должен соблюдаться зазор, необходимый для выполнения монтажных работ с помощью инструмента), используемого для монтажа сборочных единиц электронных сборок.

Минимальный зазор между устанавливаемым оборудованием и проводящими площадками, выводами компонента или демонтируемыми компонентами, зависит от конкретного напряжения и составляет не меньше требуемой величины минимального электрического зазора, см. раздел 1.4.5.

Клея должно быть достаточно для того, чтобы удерживать необходимый компонент. В то же время, клей не должен полностью охватывать компонент и закрывать его маркировку.

Визуальная инспекция включает распознавание компонентов, последовательность сборки, повреждение оборудования, компонентов или платы.

В дополнение к требованиям данного раздела, паяные соединения должны соответствовать требованиям раздела 5.

В данном разделе рассматриваются следующие вопросы:

# 7.1 Монтаж компонентов

## 7.1.1 Монтаж компонентов – Ориентация

В данном подразделе рассматриваются требования приемки установки, размещения и ориентации компонентов и проводников, монтируемых на печатные платы.

Критерии качества задаются только для фактического монтажа или размещения компонентов или проводов в электронных сборках и на монтажных стойках. Пайка упоминается как часть установочных размеров, но только в смысле влияния на эти размеры.

Контроль обычно начинается с общего осмотра печатного узла, затем следует осмотр каждого компонента/провода до места его соединения, с концентрацией внимания на соединении вывода, осмотр соединения и хвостовой части вывода/провода, выходящего из соединения. Все операции с выступающими концами проводов/выводов следует оставить напоследок, чтобы, перевернув печатную плату, проверить одновременно все соединения.

# 7.1.1.1 Монтаж компонентов – Ориентация – Горизонтальная установка

Дополнительные критерии приемки для компонентов с аксиальными выводами с горизонтальной установкой приведены в подразделах 7.4.1 (крепежные отверстия) и 7.5.1 (монтажные отверстия)

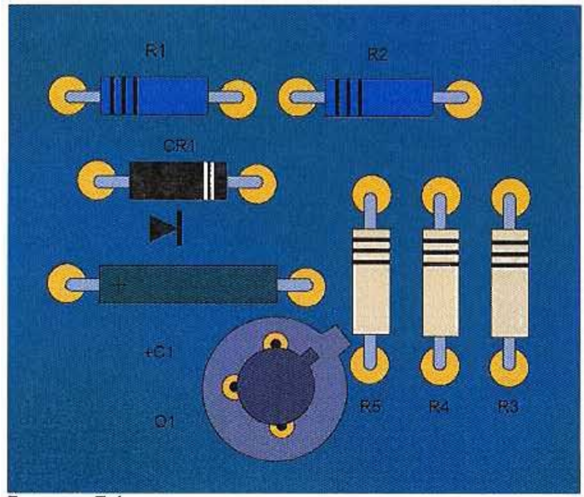



Рисунок 7-1

**Образец-класс 1,2,3**

*Компоненты отцентрированы относительно своих контактных площадок.

*Маркировка компонентов ясно видна.

*Неполярные компонентов ориентированы так, чтобы их маркировка читалась одинаковым образом (слева направо или сверху вниз).

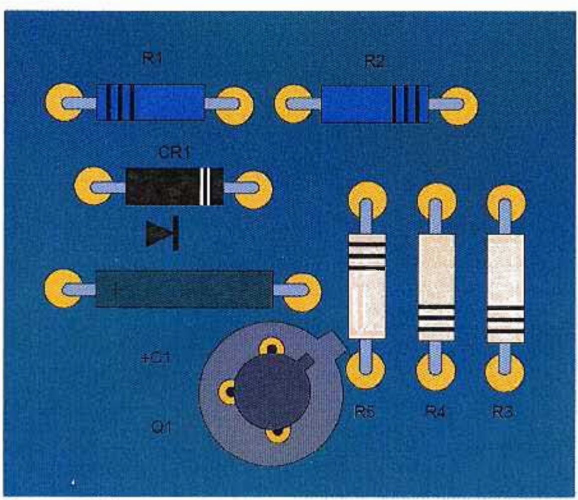



Рисунок 7-2

**Приемка – класс 1,2,3**

*Полярные и многовыводные компоненты ориентированы правильно.

*При ручной формовке и ручной установке символы полярности должны быть ясно видны.

*Все компоненты должны соответствовать перечню компонентов и размещаться на своих контактных площадках.

*Неполярные компоненты необязательно ориентировать так, чтобы их маркировка читалась одинаковым образом (слева направо или сверху вниз.

## 7.1.1.1 Монтаж компонентов – Ориентация – Горизонтальная установка (продолжение)

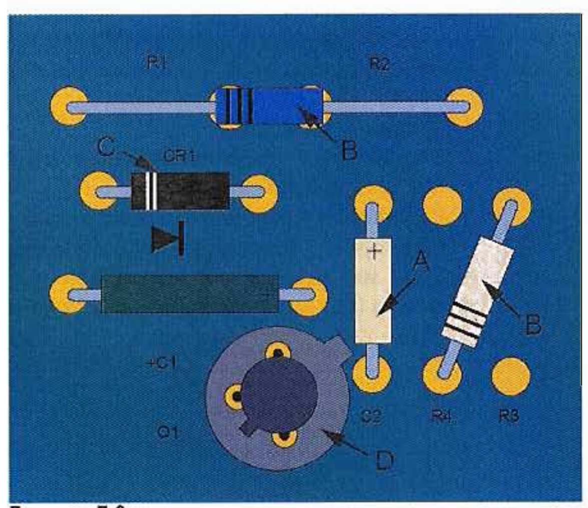



Рисунок 7-3

**Дефект: класс 1,2,3**

*Компоненты не соответствуют перечню элементов (подмена компонентов) (А).

*Компоненты вставлены не в те отверстия (В).

*Полярные компоненты установлены наоборот (С).

*Многовыводные компоненты ориентированы неверно (D).

## 7.1.1.2 Монтаж компонентов – Ориентация – Вертикальная установка

Дополнительные критерии приемки для компонентов с аксиальными выводами с вертикальной установкой приведены в подразделах 7.4.2 (крепежные отверстия) и 7.5.2 (монтажные отверстия)

На рисунках 7-4 до 7-6 серая стрелка на черном корпусе конденсатора указывает на отрицательный вывод компонента.

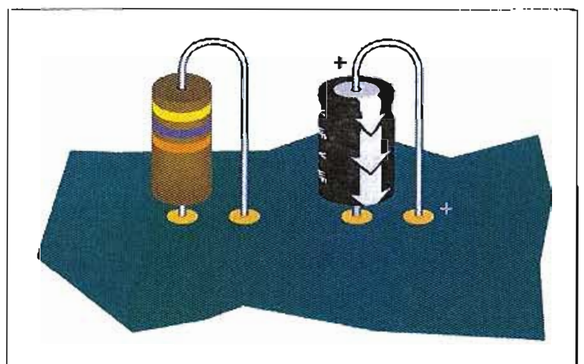


Рисунок 7-4

**Образец-класс 1,2,3**

*Маркировка неполярных компонентов читается сверху вниз.

*Метки полярности располагаются сверху.

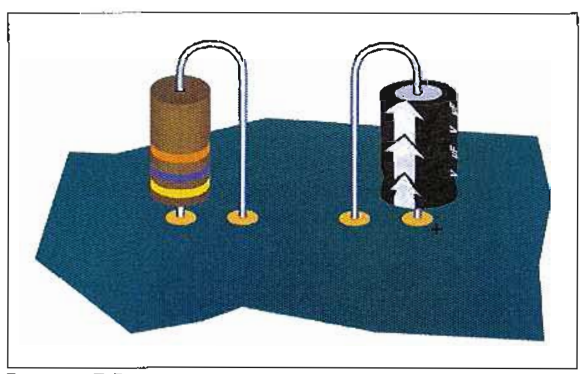


Рисунок 7-5

**Приемка – класс 1,2,3**

*Полярные компоненты монтируются с длинным земляным выводом.

*Маркировка полярности скрыта.

*Маркировка неполярных компонентов читается снизу вверх.

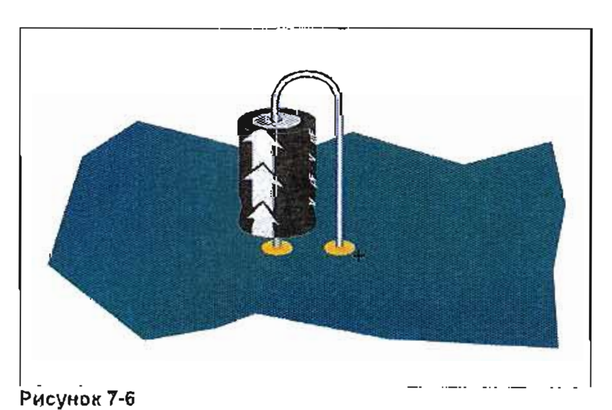


Рисунок 7-6

**Дефект: класс 1,2,3**

*Полярный компонент установлен наоборот.

## 7.1.2 Монтаж компонентов – Формовка выводов

### 7.1.2.1 Монтаж компонентов – Формовка выводов - Гнутые выводы

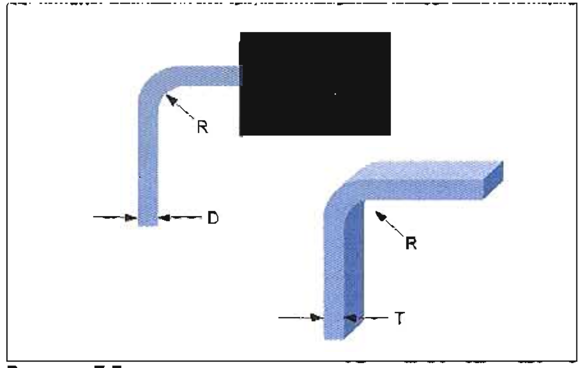



**Рисунок 7-7**

| Таблица 7-1 Минимальный внутренний радиус изгиба | |
|---|---|
| **Диаметр (D) или толщина (T) вывода** | **Минимальный внутренний радиус изгиба (R)** |
| менее 0,8 мм (0,031 дюйма) | 1 диаметр/толщина |
| от 0,8мм до 1,2 мм (0,031 – 0,0472 дюйма) | 1,5 диметра/толщины |
| более 1,2 мм (0,0472 дюйма) | 2 диаметра/толщины |

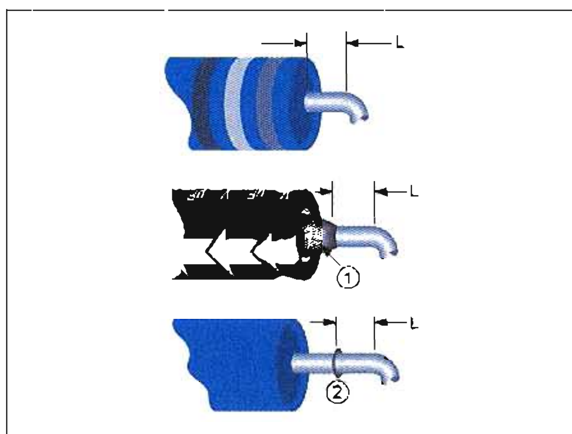



**Рисунок 7-8**
1. **Капля припоя**
2. **Шов**

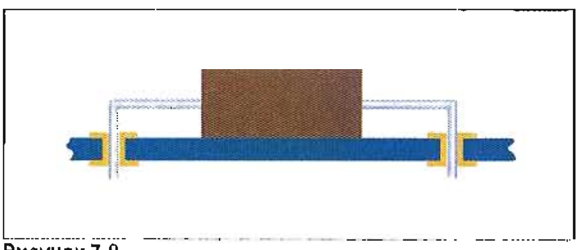
**Приемка – класс 1,2,3**

*Длина не загнутой части вывода компонента (L) составляет не менее одного диаметра или толщины вывода, но не менее 0,8 мм от корпуса компонента, от капли припоя на выводе или от шва.

*Вывод не перекручен и не сломан.

*Минимальный внутренний радиус изгиба выводов компонента соответствует таблице 7-1.

# 7.1.2.1 Монтаж компонентов – Формовка выводов – Гнутые выводы (продолжение)


Рисунок 7-9

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**
*Внутренний радиус изгиба не отвечает требованиям таблицы 7-1.

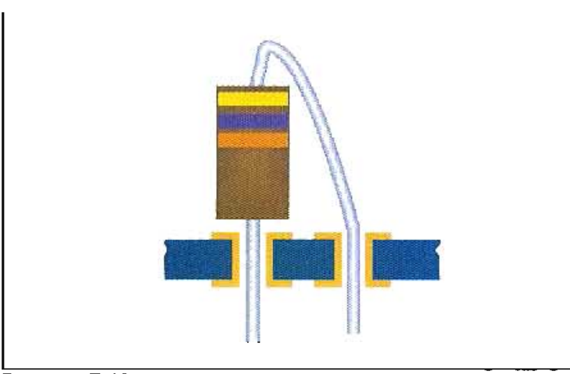

Рисунок 7-10


Рисунок 7-11

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект – класс 3**
*Изгиб вывода компонента монтируемого в отверстия меньше одного диаметра вывода или 0,8 мм (0.031 дюйма) от корпуса компонента, от капли припоя на выводе или от шва (выбирается наименьшее значение).

**Дефект – класс 1,2,3**
*Сломанный шов, поврежденная капля припоя на выводе или герметизация вывода из корпуса компонента.

## 7.1.2.2 Монтаж компонентов – Формовка выводов – Ослабление напряжения

Компоненты подлежат монтажу в любом сочетании перечисленных ниже конфигураций:

- Общепринятым способом с загнутыми под углом 90° выводами непосредственно в монтажные отверстия.
- С петлевым изгибом («верблюжий горб»). При однократном петлевом изгибе корпус компонента может быть смещен относительно центра.
- По договоренности с заказчиком или при наличии конструктивных ограничений могут быть использованы другие конфигурации.

Петлевые изгибы или другие альтернативные способы ослабления напряжения могут быть использованы, если расположение монтажных отверстий препятствует применению стандартного загиба. Убедитесь в том, что вывод не сможет быть закорочен на соседний компонент или проводник.

Компоненты, подготовленные к монтажу подобно примеру на рис. 7-13, обычно не соответствуют требованиям к максимальному зазору для компонентов с прямыми выводами, расположенными вертикально или радиально, обращайтесь к подразделу 7.1.6. Максимальное расстояние между компонентом и поверхностью печатной платы определяется принятыми конструкторскими ограничениями и условиями эксплуатации изделия. Ограничение определяется оборудованием подготовки компонентов, рекомендуемыми техническими условиями и возможностями производителя для формовки выводов. Для обеспечения требований эксплуатации может понадобиться смена оборудования.

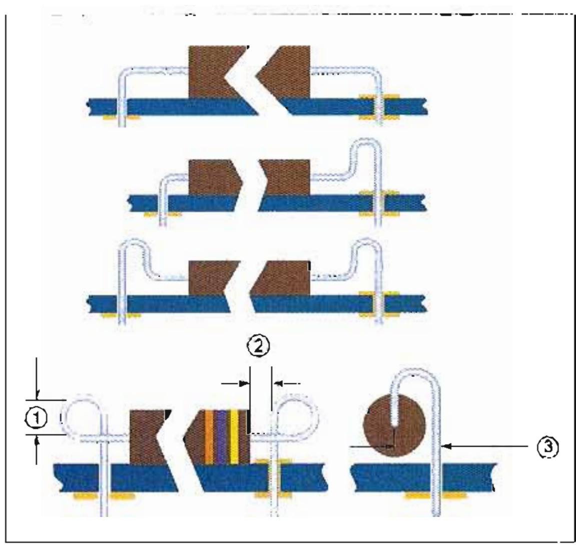



**Рисунок 7-12**

**Рисунок 7-13**

**Приемка – класс 1,2,3**

*Выводы отформованы для снятия напряжения

*Выводы приблизительно параллельны основной оси корпуса компонента.

*Отверстие под вывод компонента приблизительно перпендикулярно поверхности платы.

*Центровка компонента может сместиться в результате формовки выводов компонента способом, ослабляющим напряжение.

# 7.1.2.2 Монтаж компонентов – Формовка выводов – Ослабление напряжения (продолжение)

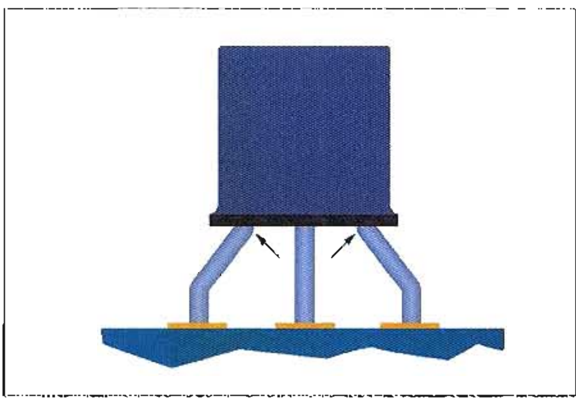


Рисунок 7-14

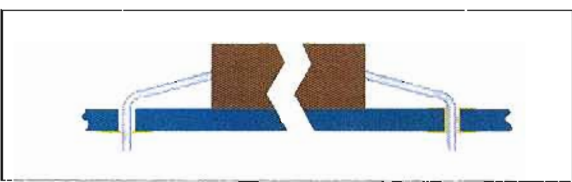


Рисунок 7-15

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**

*Выводы изгибаются на расстоянии менее одного диаметра вывода от герметизации корпуса.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Повреждение или трещина от корпуса компонента до места герметизации вывода.
*Отсутствует снятие напряжения.

## 7.1.2.3 Монтаж компонентов – Формовка выводов – Повреждения

Настоящие критерии приемки распространяются на выводы компонентов, которые были отформованы вручную или с применением оборудования или штампом



Рисунок 7-16

**Приемка – класс 1,2,3**

*Не допускается монтаж компонента, если на выводе имеется зазубрины или деформация, превышающая 10% диаметра, ширины или толщины вывода. См. подраздел 5.2.1 для оценки повреждения основного металла.

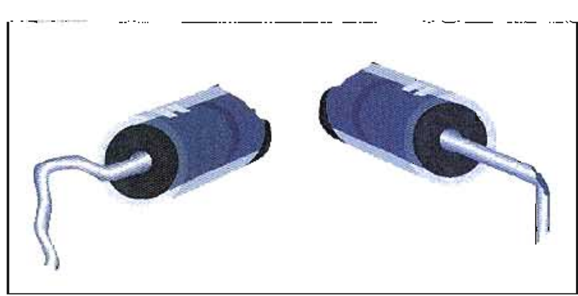


Рисунок 7-17

**Дефект: класс 1,2,3**

*Повреждение вывода превосходит 10% его диаметра.

*Вывод деформирован в результате повторного или небрежного изгиба.

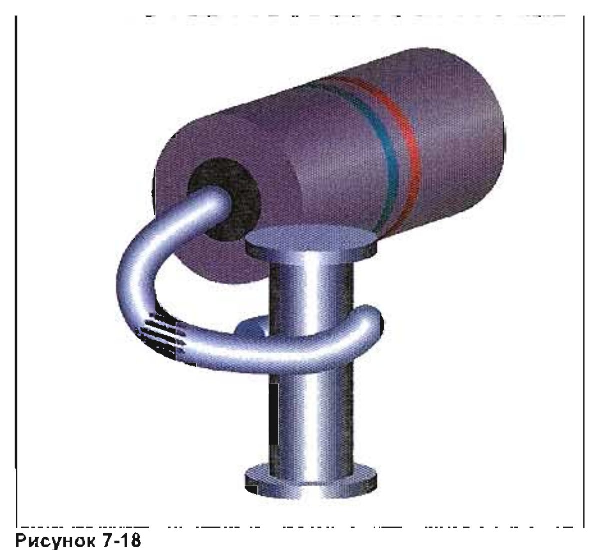


Рисунок 7-18

**Дефект: класс 1,2,3**

*Значительные повреждения (углубления, зазубрены), - наподобие следов от сжатия плоскогубцами.

*Диаметр вывода снижен более, чем на 10%.

## 7.1.3 Монтаж компонентов - Выводы, пересекающие проводники

Применение изолирующих трубок необходимо согласно требованиям технических условий или чертежей.

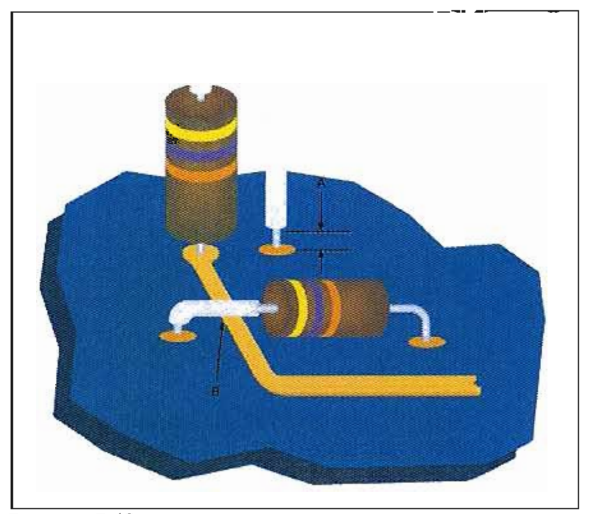



Рисунок 7-19

**Приемка – класс 1,2,3**

*Изолирующая трубка не должна препятствовать образованию необходимого паяного соединения (A).

*Изолирующая трубка закрывает обозначенный защищаемый участок (B).

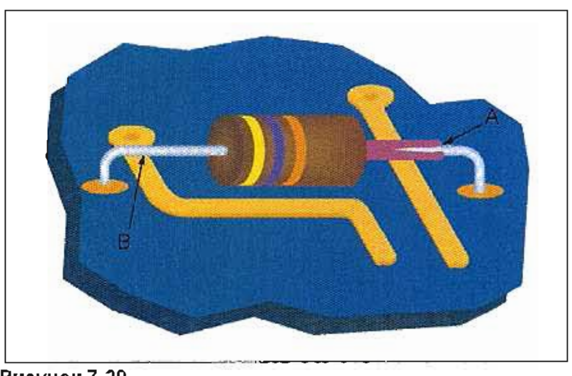



Рисунок 7-20

**Приемка – класс 1**

*Неизолированный трубкой вывод компонента пересекает не связанный с ним электрически проводник, что не нарушает электрический зазор (B).

**Дефект: класс 2,3**

*Растрескивание и расслаивание изолирующей трубки (A).

*Зазор между выводом компонента и пересекаемым проводником, не связанным с ним электрически, менее 0,5 мм (0,020 дюйма) при отсутствии разделительного изолятора (трубки на выводе или покрытия поверхности) (B).

**Дефект: класс 1,2,3**

*На выводах компонентов и проводах отсутствуют изоляционные трубки, которые предусмотрены конструкцией.

*Поврежденная/недостаточная изолирующая трубка не обеспечивает защиту от замыкания.

*Изолирующая трубка мешает образованию необходимого паяного соединения.

## 7.1.4 Монтаж компонентов – Засорение отверстий

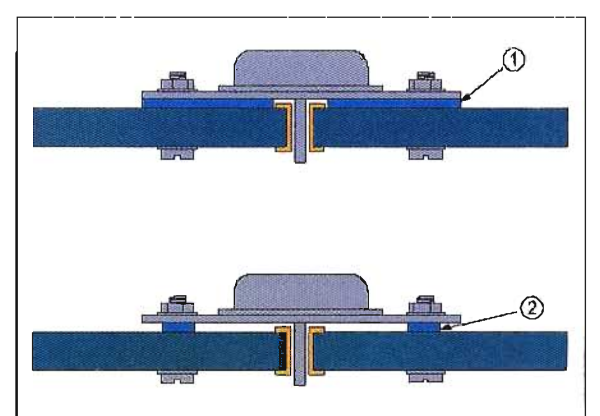



Рисунок 7-21
1. Изоляционная шайба
2. Прокладка

**Приемка – класс 1,2,3**

*Детали и компоненты установлены таким образом, что они не препятствуют покрытию припоем необходимых контактных площадок металлизированных переходных отверстий верхней стороны печатного узла (стороны установки компонентов).

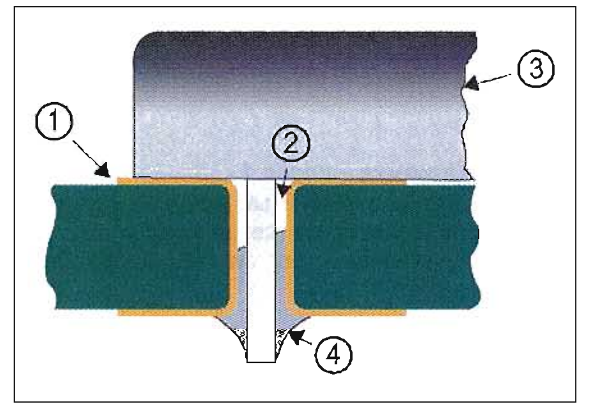



Рисунок 7-22
1. Жесткое крепление
2. Воздух
3. Корпус компонента
4. Припой

**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**

*Детали и компоненты установлены таким образом, что они препятствуют покрытию припоем необходимых контактных площадок металлизированных переходных отверстий верхней стороны печатного узла (стороны установки компонентов).

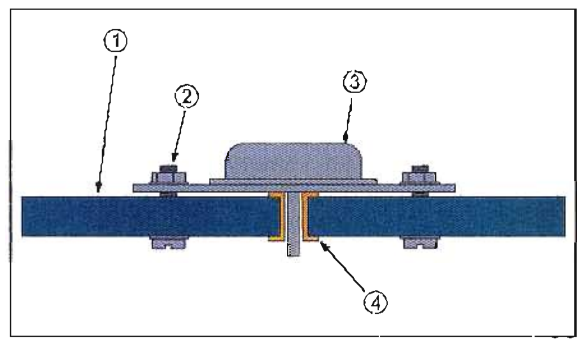



Рисунок 7-23
1. Неметалл
2. Крепежное приспособление
3. Кожух компонента
4. Проводящая подложка

**Дефект: класс 1,2,3**

*Детали и компоненты установлены таким образом, что они нарушают величину минимального электрического зазора.

## 7.1.5 Монтаж компонентов – Выводы и посадочные места для корпусов DIP (двухрядные выводы) и SIP (однорядные выводы)

Данные требования применимы к компонентам в корпусах DIP (двурядные выводы), SIP (однорядные выводы) и к разъемам.

**Примечание**: В некоторых случаях теплоотвод может размещаться между компонентом и печатной платой; для такого варианта необходимо задать другой критерий оценки.

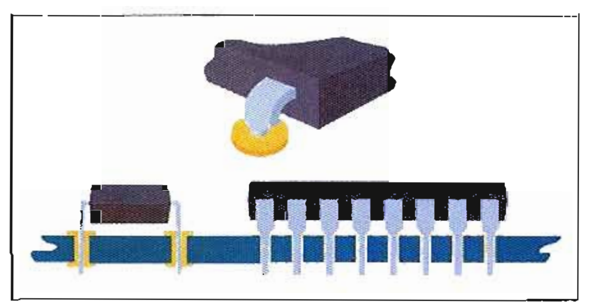
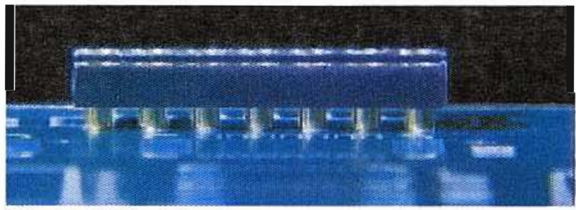


Рисунок 7-24



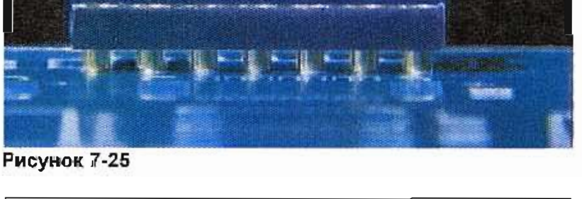


Рисунок 7-25

**Образец-класс 1,2,3**

*Соблюден установочный шаг для всех монтажных отверстий.

*Длина выступающей части выводов отвечает требованиям разделов 7.4.3 и 7.5.3.

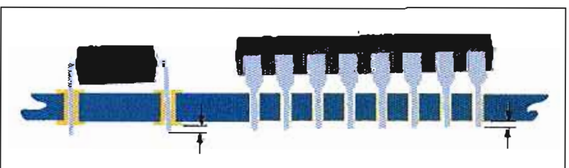


Рисунок 7-26



Рисунок 7-27

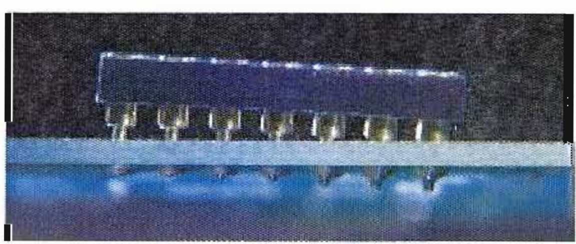


Рисунок 7-28

**Приемка – класс 1,2,3**

*Совокупный наклон корпуса ограничен минимальной высотой выступающего конца вывода и требованиями к высоте.

# 7.1.5 Монтаж компонентов – Выводы и посадочные места для корпусов DIP (двухрядные выводы) и SIP (однорядные выводы) (продолжение)

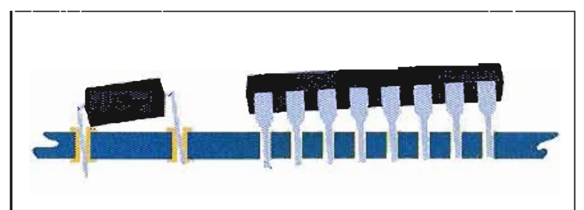


Рисунок 7-29

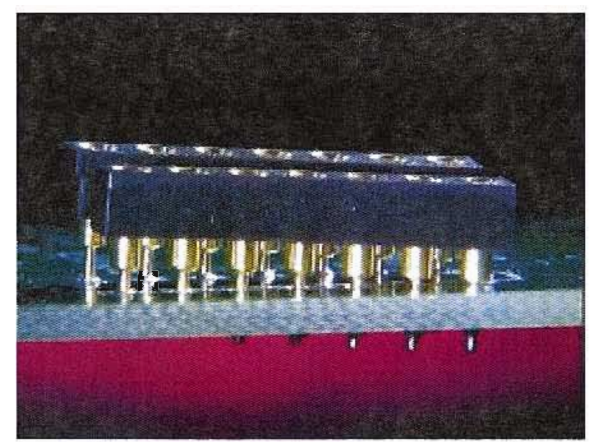


Рисунок 7-30

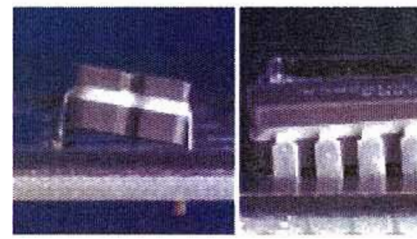


Рисунок 7-31

**Дефект: класс 1,2,3**

*Наклон компонента превышает максимальное ограничение на высоту компонента.

*В результате наклона компонента высота выступающего конца вывода не отвечает требованиям приемки.

# 7.1.6 Монтаж компонентов – Радиальные выводы – Вертикальная установка

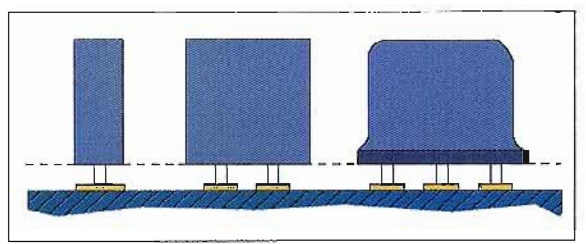


Рисунок 7-32

**Образец-класс 1,2,3**

*Компоненты перпендикулярны печатной плате, а их основание параллельно печатной плате.

*Зазор между основанием компонента и поверхностью печатной платы/контактной площадкой составляет от 0,3 мм (0,012 дюйма) до 2 мм (0,079 дюйма).

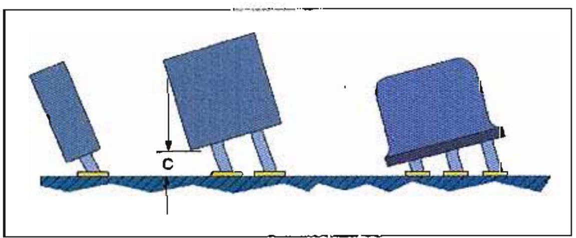



Рисунок 7-33

**Приемка – класс 1,2,3**

*Наклон компонента не нарушает минимального электрического зазора.

**Индикатор процесса – класс 2,3**

*Расстояние между основанием компонента и поверхностью печатной платы/контактной площадкой менее 0,3 мм (0,012 дюйма) или более 2 мм (0,079 дюйма), см. 7.1.4.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Нарушения минимального электрического зазора.

**Примечание**: Некоторые компоненты не могут быть наклонены, потому что требуется закрывать их корпусами или панелями, например, тумблеры, потенциометры, ЖК-индикаторы и светодиодные матрицы.

# 7.1.6.1 Монтаж компонентов - Радиальные выводы – Вертикальная установка - Монтажные прокладки

Прокладки, используемые для механической опоры или для компенсации массы компонента, должны находиться в полном контакте, как с поверхностью компонента, так и с поверхностью печатной платы.

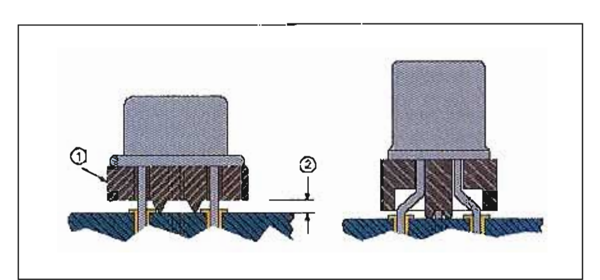



**Рисунок 7-34**
**1. Прокладка**
**2. Контакт**

**Образец-класс 1,2,3**

*Прокладка находится в полном контакте, как с поверхностью компонента, так и с поверхностью печатной платы.

*Правильная формовка выводов.

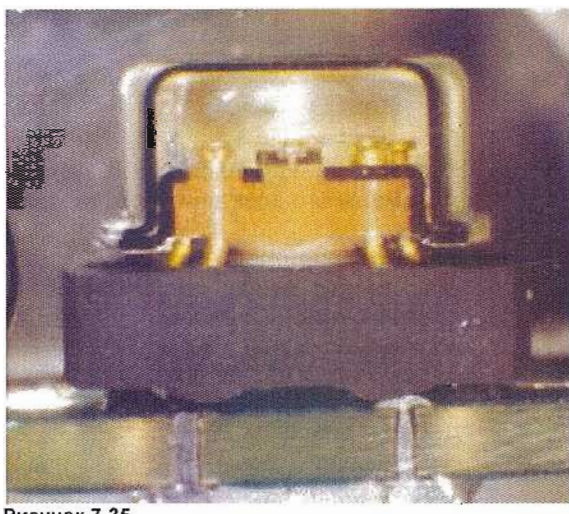


**Рисунок 7-35**

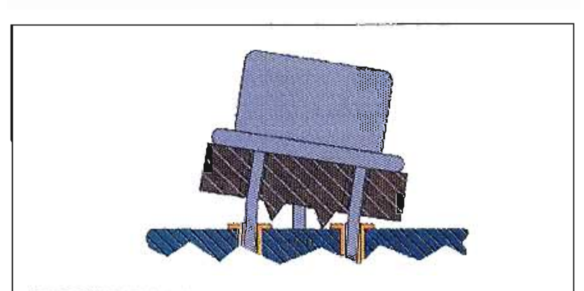


**Рисунок 7-36**

**Приемка (монтажные отверстия) – класс 1,2**
**Индикатор процесса (монтажные отверстия) – класс 3**
**Дефект (крепежные отверстия) - класс 1,2,3**

*Частичный контакт прокладки с компонентом и печатной платой.

# 7.1.6.1 Монтаж компонентов - Радиальные выводы – Вертикальная установка - Монтажные прокладки (продолжение)

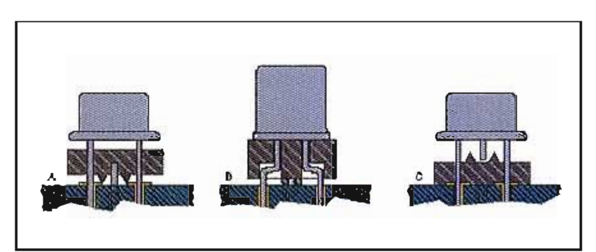



Рисунок 7-37

**Приемка (монтажные отверстия) – класс 1**
**Индикатор процесса (монтажные отверстия) – класс 2**
**Дефект (монтажные отверстия) - класс 3**

*Отсутствует контакт прокладки с компонентом и печатной платой; рисунок 7-37 (A).
*Неправильная формовка вывода; рисунок 7-37 (B).

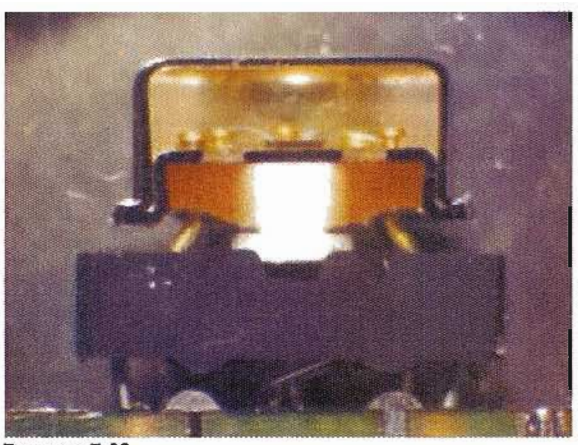


Рисунок 7-38

**Дефект - класс 2,3**

*Прокладка перевернута; рисунок 7-37 (C).
*Необходимая прокладка отсутствует.

## 7.1.7 Монтаж компонентов – Радиальные выводы – Горизонтальная установка


Рисунок 7-39

**Образец-класс 1,2,3**

*Плоскость корпуса компонента находится в полном контакте с поверхностью печатной платы.

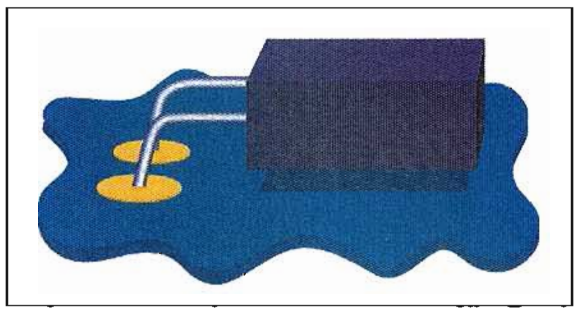
*При необходимости используется клей, см. раздел 7.3.2.


Рисунок 7-40

**Приемка – класс 1,2,3**

*По меньшей мере, одна сторона и/или плоскость компонента находится в контакте с печатной платой.

**Примечание**: Компонент может быть установлен с опорой на бок, или на торец, если это задокументировано в утвержденном чертеже. В контакте с печатной платой должна находиться грань, поверхность корпуса или по меньшей мере, одна точка любого компонента неправильной формы (таких, как конденсаторы карманных компьютеров). Может потребоваться приклеивание корпуса к печатной плате, или крепление на ней иным способом, чтобы предотвратить повреждение при вибрации и ударе.


Рисунок 7-41

**Дефект: класс 1,2,3**

*Не приклеенный корпус компонента не имеет контакта с монтажной поверхностью.

*Отсутствует требуемый клеящий материал.

## 7.1.8 Монтаж компонентов – Разъемы

Данные требования применимы к паяным соединениям и непаяным соединениям, созданным прессованием. Требования к штыревым выводам разъемов находятся в разделе 4.3. Требования к приемке поврежденных разъемов – в разделе 9.5.

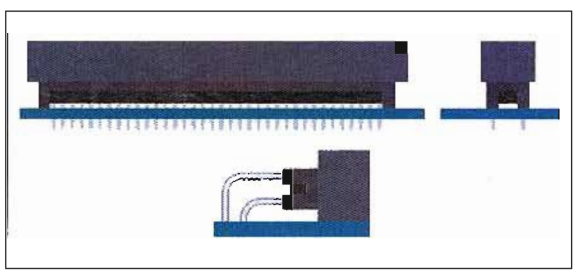


Рисунок 7-42

**Образец-класс 1,2,3**

*Разъем установлен заподлицо с платой.

*Выступающие концы выводов соответствуют требованиям приемки.

*Стопор разъема (если разъем оснащен таким стопором) полностью вставлен/зафиксирован на плате.

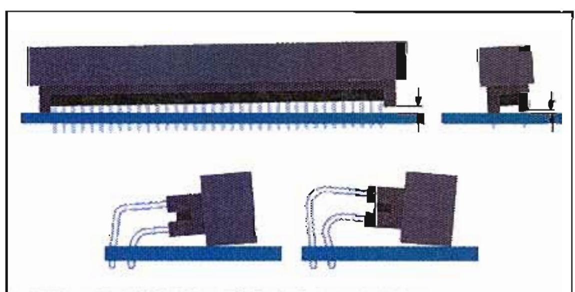


Рисунок 7-43

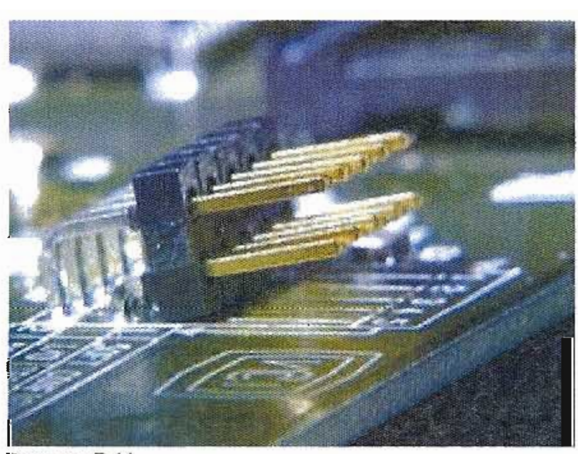


Рисунок 7-44

**Приемка – класс 1,2,3**

*Хвостовая часть разъема плотно сидит на плате; стыковочная часть разъема не нарушает требований к высоте компонентов или выступающей части выводов, см. 7.4.3 или 7.5.3.

*Стопор разъема полностью вставлен/зафиксирован на плате (неплавающий корпус разъема).

*Любой наклон разъема, обеспечивающий:

*Соблюдение необходимой минимальной длины выступающих концов выводов.

*Соответствие требованиям по высоте.

*Правильную стыковку с ответной частью разъема.

## 7.1.8 Монтаж компонентов - Разъемы (продолжение)

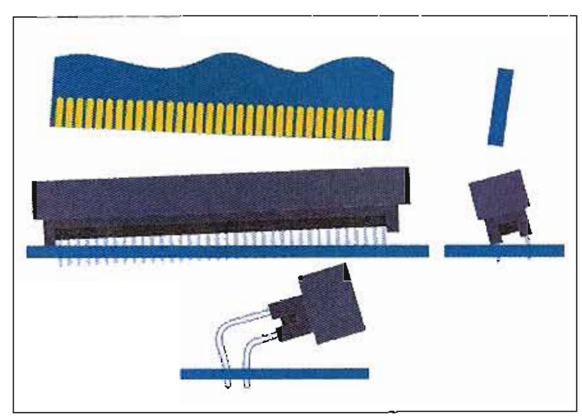


Рисунок 7-45

**Дефект: класс 1,2,3**

*Разъем не будет стыковаться вследствие наличия установочного угла.

*Компонент нарушает требования к высоте.

*Стопоры разъема не полностью вставлены в печатную плату.

*Выступающие концы выводов не соответствуют требованиям приемки.

**Примечание**: Разъемы должны отвечать требованиям к форме, стыковке и функциональному назначению. Для окончательной приемки может потребоваться проверочная стыковка разъема с ответной частью разъема.

## 7.1.9 Монтаж компонентов – Высоко-мощные изделия

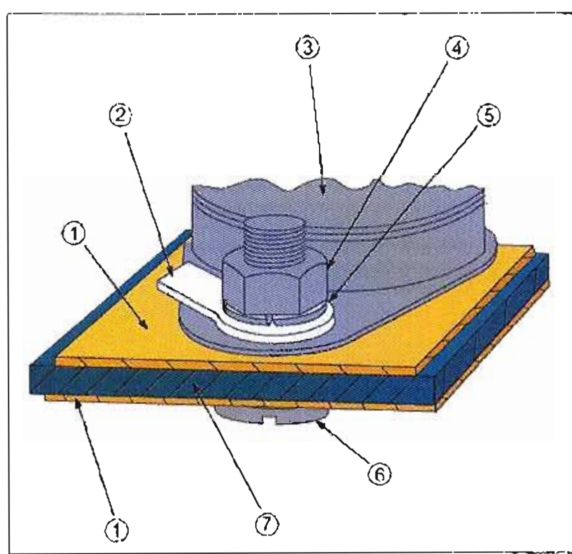


Рисунок 7-46
1. Металл
2. Контактный лепесток
3. Корпус компонента
4. Гайка
5. Стопорная шайба
6. Винт
7. Неметаллический материал

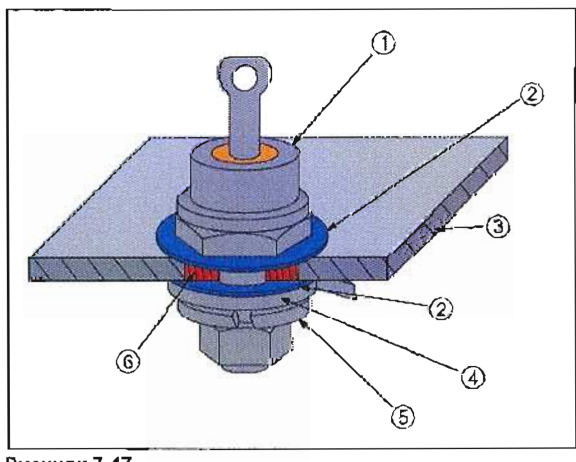


Рисунок 7-47
1. Компонент высокой мощности
2. Изоляционная шайба (устанавливается при необходимости)
3. Теплоотвод (металлический или неметаллический)
4. Контактный лепесток
5. Стопорная шайба
6. Изолирующая трубка

**Приемка – класс 1,2,3**

*Правильная последовательность крепежных изделий.

*Выводы компонентов, закрепленные фиксирующими приспособлениями, не погнуты (не показано).

*При необходимости изоляционная шайба обеспечивает электрическую изоляцию.

*Если используется термический наполнитель, он не должен мешать образованию необходимых паяных соединений (*в том числе, не должен участвовать в образовании паяных соединений – прим. перевод.*).

**Примечание:** Теплопроводящий материал должен быть расположен между состыкованными поверхностями мощного устройства и радиатора в отведенном ему месте. Теплопроводящие материалы могут содержать теплопроводную шайбу или изолированную шайбу с теплопроводным заполнителем.

# 7.1.9 Монтаж компонентов – Высоко-мощные изделия (продолжение)

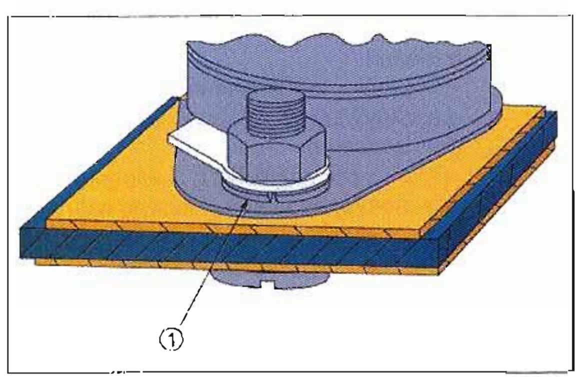


Рисунок 7-48
1. Стопорная шайба между контактным лепестком и корпусом компонента

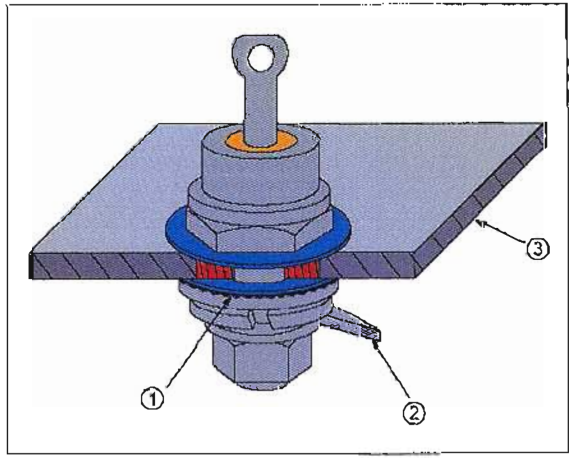


Рисунок 7-49
1. Острая кромка шайбы напротив изолятора
2. Контактный лепесток
3. Металлический теплоотвод

**Дефект: класс 1,2,3**

*Неправильная последовательность крепежных изделий.

*Острая кромка шайбы напротив изолятора.

*Устройство не закреплено.

*Используемый термический наполнитель мешает образованию необходимых паяных соединений

## 7.2 Теплоотводы

В данном разделе иллюстрируются различные варианты монтажа теплоотводов. Приклейка с помощью теплопроводящих клеев может быть задана для конкретных крепежных изделий.
Визуальный контроль должен включать в себя проверку крепежных изделий, проверку повреждения компонентов или крепежных изделий и правильность последовательности сборки.
Касательно теплоотводов должны учитываться дополнительные параметры:
*Хороший контакт компонента с теплоотводом.
*Компонент закреплен на теплоотводе крепежными изделиями.
*Соблюдена плоскостность и взаимная параллельность компонента и теплоотвода.
*Теплопроводящий компаунд/изолятор (слюда, силиконовая паста, пластиковая пленка и так далее) применены правильно.

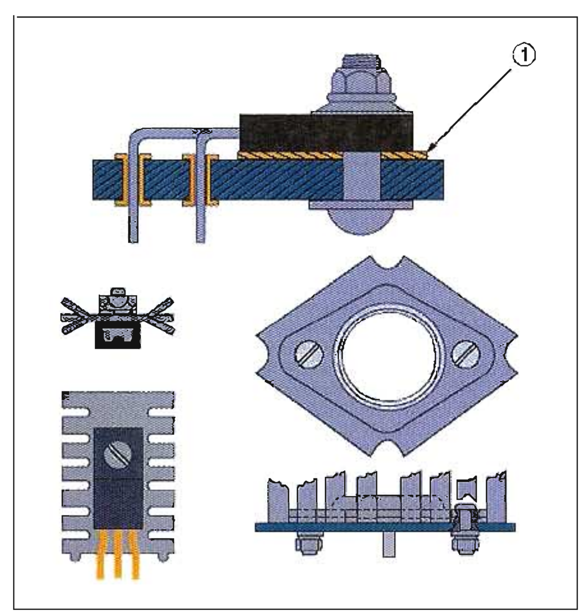



**Рисунок 7-50**
**1. Теплоотвод**

**Приемка – класс 1,2,3**
*Теплоотводы установлены без зазора.
*Отсутствует повреждение или напряжение компонентов.

## 7.2 Теплоотводы (продолжение)

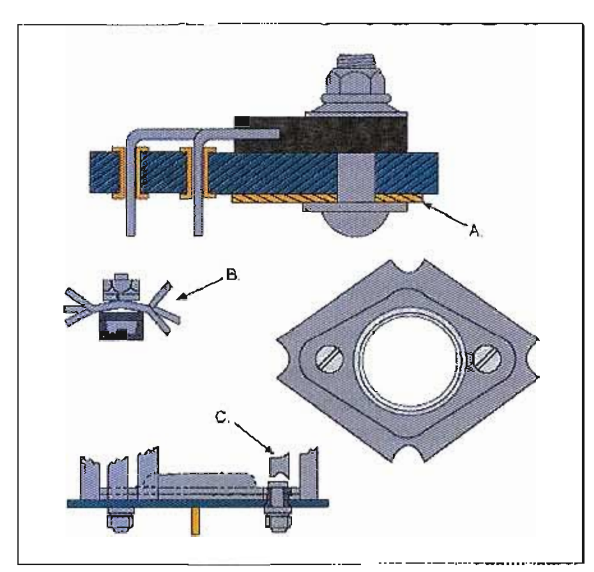



Рисунок 7-51

**Дефект: класс 1,2,3**

*Теплоотвод размещен не на той стороне печатной платы (A).
*Изгиб теплоотвода (B).
*Отсутствие ребер теплоотвода (C).
*Теплоотвод не прилегает к поверхности платы.
*Повреждение или напряжение компонента.

# 7.2.1 Теплоотводы – Изоляторы и теплопроводящие компаунды

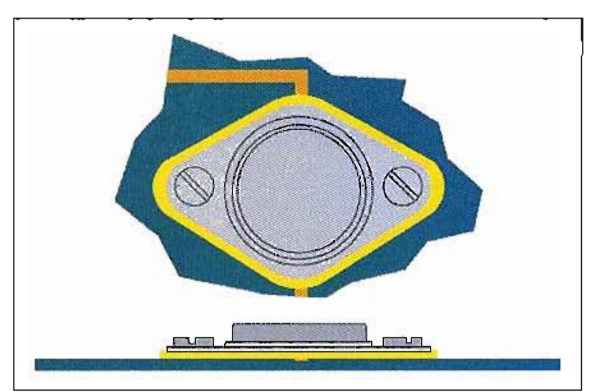


Рисунок 7-52

**Образец-класс 1,2,3**

*Вокруг кромок компонента виден ровный край слюды, пластиковой пленки или теплопроводящего компаунда.

**Приемка – класс 1,2,3**

*Вокруг кромок компонента неровный, но очевидный край слюды, пластиковой пленки или теплопроводящего компаунда.

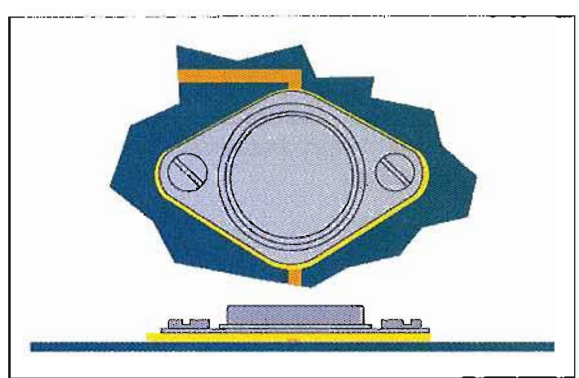


Рисунок 7-53

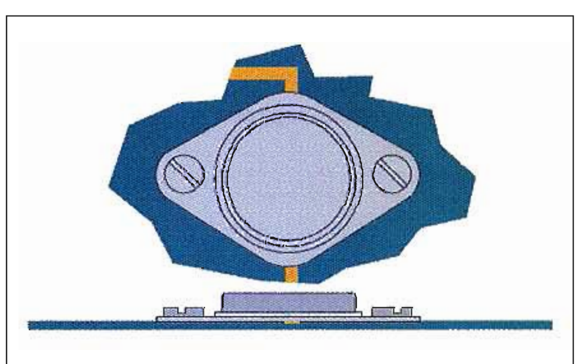


Рисунок 7-54

**Дефект: класс 1,2,3**

*Явное отсутствие изолирующих материалов или теплопроводящего компаунда (если таковой требуется).

*Теплопроводящий компаунд препятствует образованию требуемого паяного соединения.

## 7.2.2 Теплоотводы – Контакт

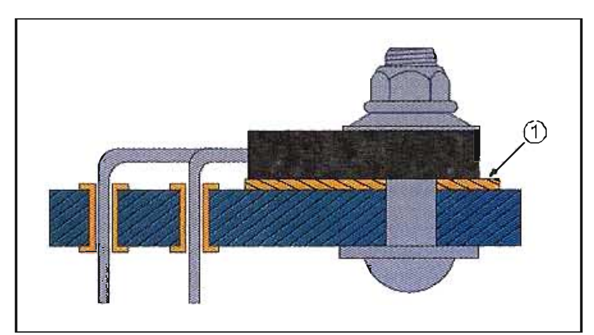



Рисунок 7-55
1. Теплоотвод

**Образец-класс 1,2,3**

*Полный контакт компонента и теплоотвода с монтажной поверхностью.

*Крепежные изделия отвечают заданным требованиям.

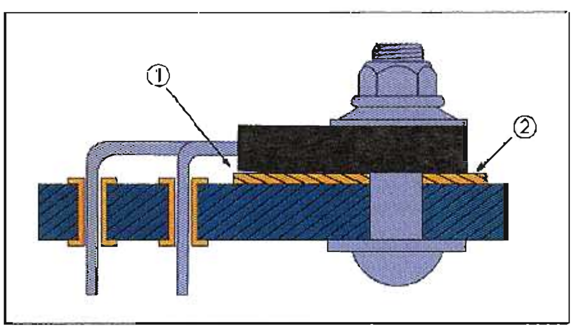



Рисунок 7-56
1. Зазор
2. Теплоотвод

**Приемка – класс 1,2,3**

*Компонент установлен с частичным зазором.

*Минимальная площадь контакта с монтажной поверхностью составляет 75%.

*Момент затяжки крепежных изделий соответствует заданным требованиям, если они оговорены.

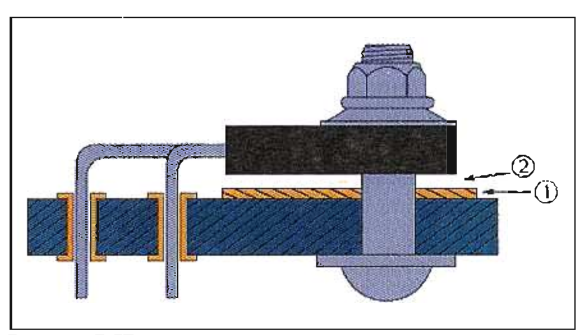



Рисунок 7-57
1. Теплоотвод
2. Зазор

**Дефект: класс 1,2,3**

*Отсутствует контакт компонента с монтажной поверхностью.

*Крепежные изделия ослаблены.

## 7.3 Крепление компонентов

### 7.3.1 Крепление компонентов – Монтажные хомуты

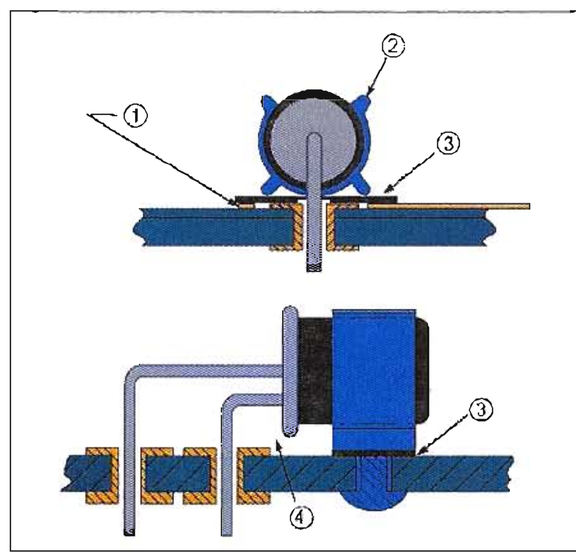



**Рисунок 7-58**
**1. Проводящие структуры**
**2. Металлический монтажный зажим**
**3. Изоляционный материал**
**4. Зазор**

**Образец-класс 1,2,3**

*Неизолированный металлический компонент изолирован от расположенных под ним проводников изоляционным материалом.

*Неизолированные металлические хомуты и фиксирующие детали используются для заземления компонентов, изолированных от расположенных под ними проводников подходящим изоляционным материалом.

*Расстояние между контактной площадкой и неизолированным корпусом компонента превышает минимальный электрический зазор.

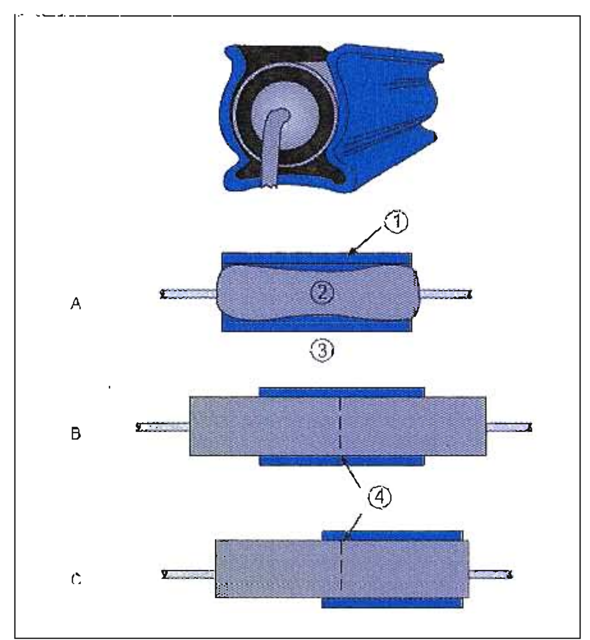



**Рисунок 7-59**
**1. Зажим**
**2. Несимметричный корпус**
**3. Вид сверху**
**4. Центр тяжести**

**Приемка – класс 1,2,3**

*Хомут находится в контакте с боковыми поверхностями компонента с обоих его концов (А).

*Центр тяжести смонтированного компонента находится в геометрических границах хомута (В,С).

*Торец компонента располагается заподлицо с торцом хомута или выступает за него (С).

## 7.3.1 Крепление компонентов – Монтажные хомуты (продолжение)

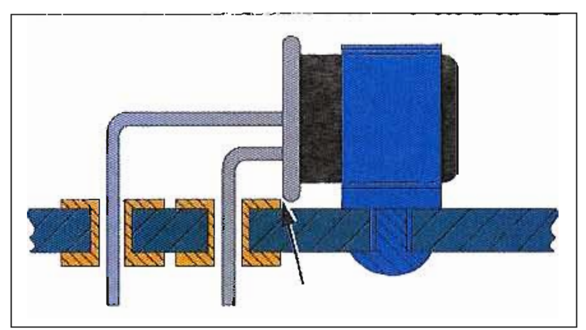


Рисунок 7-60

**Дефект: класс 1,2,3**

*Расстояние между контактной площадкой и корпусом компонента меньше минимального электрического зазора.

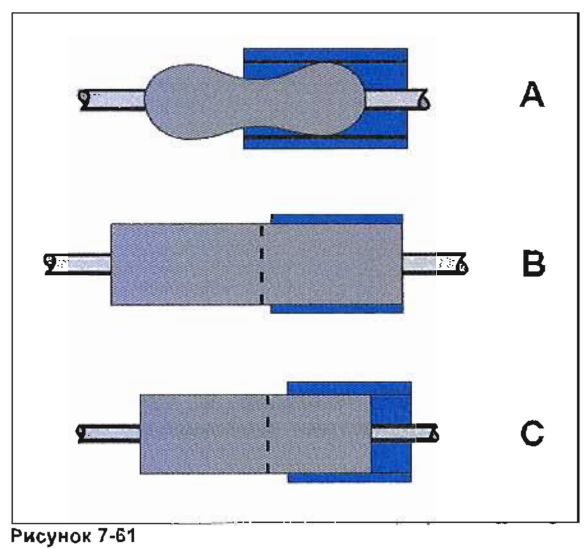



Рисунок 7-61

**Дефект: класс 1,2,3**

*Хомут не удерживает компонент (А).

*Центр компонента или центр тяжести компонента не лежит в пределах хомута (В, С).

# 7.3.2 Крепление компонентов – Клеевые соединения – Не приподнятые компоненты

Данные требования не применимы к компонентам поверхностного монтажа

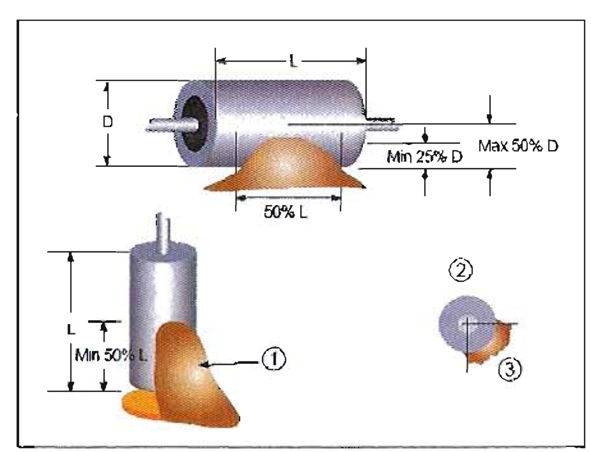



**Рисунок 7-62**
**1. Клей**
**2. Вид сверху**
**3. 25% периметра**

**Приемка – класс 1,2,3**

*Клей имеет контакт с одной стороной горизонтально расположенного компонента по меньшей мере на 50% его длины (L) и на 25% его диаметра (D). Клей не должен подниматься выше 50% диаметра компонента. Явно выражена адгезия к монтажной поверхности. Клеевая масса располагается приблизительно по центру корпуса элемента.

*На вертикально расположенный компонент клей затекает, по меньшей мере, на 50% его длины (L) и на 25% его периметра. Явно выражена адгезия к монтажной поверхности.

*На нескольких вертикально расположенных компонентах клей затекает на каждый компонент, по меньшей мере, на 50% его длины (L), и клеевая масса непрерывна в промежутках между компонентами. Явно выражена адгезия к монтажной поверхности. Клеевая масса также затекает на каждый компонент минимум на 25% его периметра.

*Перед приклейкой компоненты со стеклянными корпусами помещены в трубчатую изоляцию.

*Клеящие материалы, например, используемые для фиксации, соединения, не должны контактировать с неизолированной поверхностью компонентов в стеклянных корпусах.

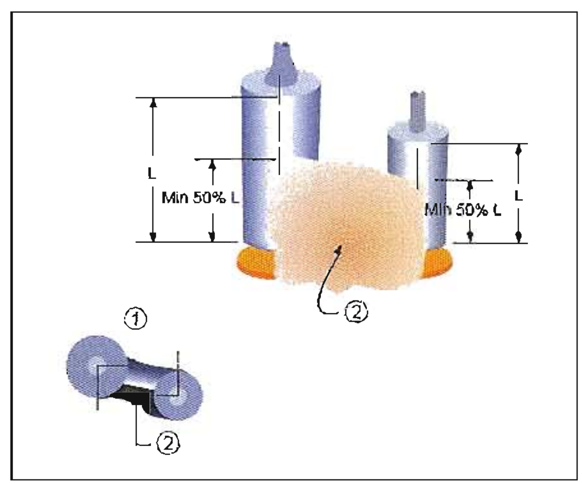



**Рисунок 7-63**
**1. Вид сверху**
**2. Клей**

## 7.3.2 Крепление компонентов – Клеевые соединения – Не приподнятые компоненты (продолжение)

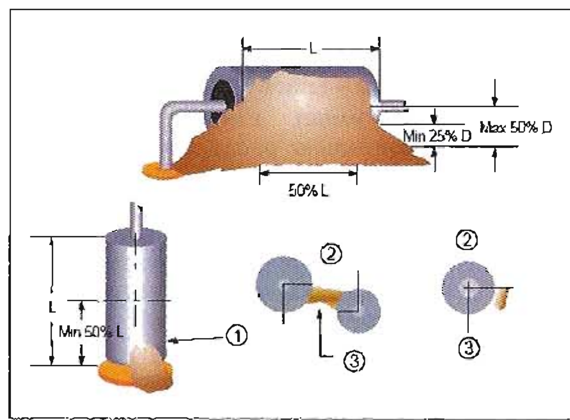



**Рисунок 7-64**
**1. Менее 50% длины (L)**
**2. Вид сверху**
**3. Менее 25% периметра**



**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2,3**

*Клеевая масса превышает 50% диаметра горизонтально расположенных компонентов.

**Дефект: класс 1,2,3**

*На горизонтально расположенных компонентах клеевая масса затекла менее чем на 50% его длины (L) или менее, чем на 25% его диаметра (D) с одной стороны.

*На вертикально расположенных компонентах клеевая масса затекла менее чем на 50% длины компонента (L) или менее, чем на 25% периметра компонента.

*Отсутствует явление адгезии к поверхностям компонента и платы.

*Неизолированные элементы в металлических корпусах закреплены поверх проводящих контактных площадок.

*Наличие клея на участках, предназначенных для пайки, нарушает соответствие с условиями таблиц 7-3, 7-6 или 7-7.

*Клеящие материалы, например, используемые для фиксации, соединения, контактируют с неизолированной поверхностью компонентов в стеклянных корпусах, Рисунок 7-65.

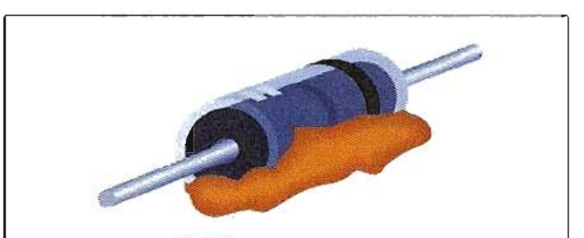


**Рисунок 7-65**

# 7.3.3 Крепление компонентов – Клеевые соединения – Приподнятые компоненты

Эти требования относятся в особенности к закрытым кожухом или залитым компаундом трансформаторам и/или катушкам, которые не находятся в контакте с печатной платой.

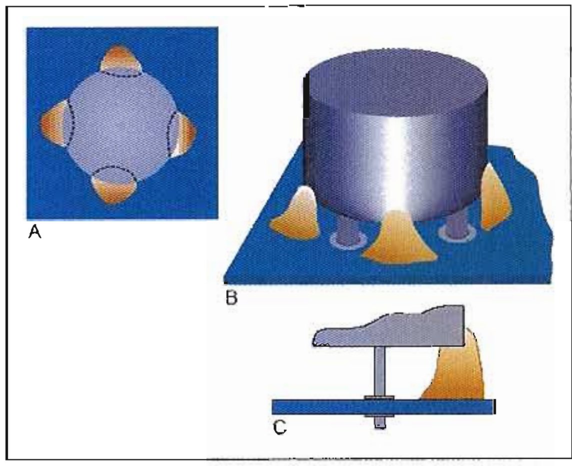


Рисунок 7-66

**Приемка – класс 1,2,3**

*Требования к клеевым соединениям должны быть определены в технических документах, однако, на монтажную поверхность приклеиваются компоненты с минимальной массой 7 г на один вывод; без механического крепления приклеивание производится в четырех точках при достаточном зазоре вокруг компонента (A).

*Приклеивается, по меньшей мере, 20% общего периметра компонента (B).

*Клеящий материал имеет прочный контакт с нижней и с боковыми частями компонента, а также с печатной платой (C).

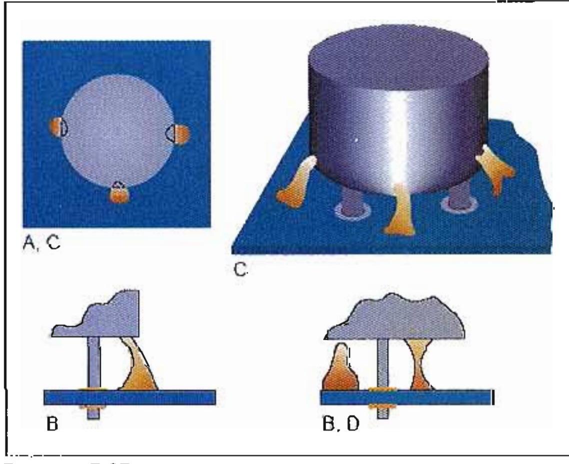


Рисунок 7-67

**Дефект: класс 1,2,3**

*Количество клея меньше заданного по спецификации.

*Компоненты с массой, превышающей 7 г на вывод, приклеиваются менее чем в четырех точках (A).

*Нет контакта с корпусом любой точки приклеивания, явно проявляется наличие адгезии к нижней и боковым частям компонента и к монтажной поверхности (B).

*Приклеено менее 20% общего периметра элемента (C).

*Клеевая масса сформировалась в слишком тонкий столбик, чтобы обеспечить хорошую фиксацию (D).

## 7.3.4 Крепление компонентов – Проволочный хомут

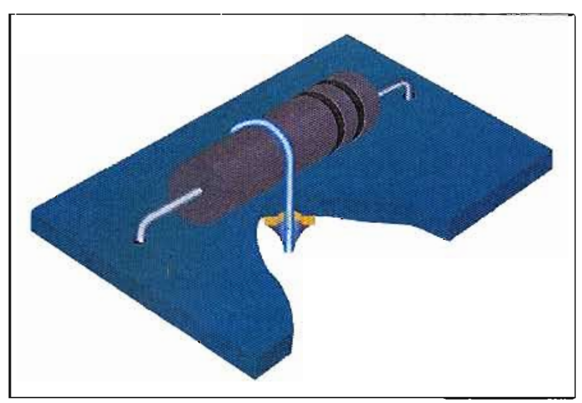


Рисунок 7-68

**Приемка – класс 1,2,3**

*Компонент плотно закреплен относительно монтажной поверхности.

*Отсутствует повреждение корпуса компонента или изоляции проволочным хомутом.

*Металлическая проволока не нарушает минимального электрического зазора.

# 7.4 Крепежные отверстия

Выводы компонентов, монтируемых в отверстия, могут иметь различную конфигурацию: они могут быть прямыми, частично или полностью загнутыми.

## 7.4.1 Крепежные отверстия – Аксиальные выводы – Горизонтальная установка

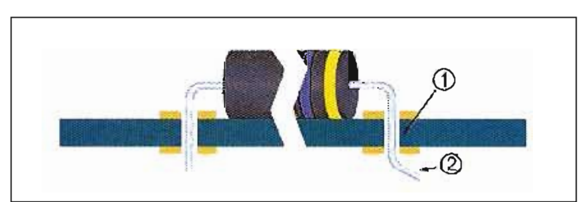



**Рисунок 7-69**
**1. Отсутствие металлизации в крепежном отверстии**
**2. Изгиб вывода компонента, необходимый для изделий класса 3**




**Рисунок 7-70**
**1. Формовка вывода**

**Образец-класс 1,2,3**

*Корпус компонента находится в контакте с поверхностью платы по всей длине.

*Компоненты, требующие монтажа вне контакта с платой, например, рассеивающие большое количество тепла, должны быть подняты над ее поверхностью, по крайней мере, на 1,5 мм (0,059 дюйма).

*Выводы компонентов, требующие монтажа над поверхностью платы, отформованы с расчетом упора на поверхность платы или на другую механическую опору, чтобы предотвратить поднятие контактной площадки.

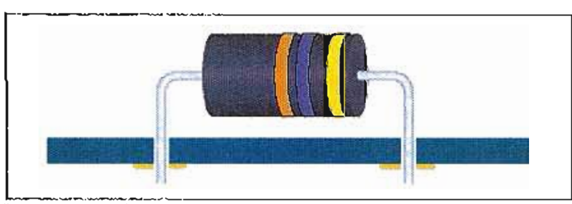


**Рисунок 7-71**



**Дефект: класс 1,2,3**

*Выводы компонентов, требующих монтажа над поверхностью платы, не отформованы с расчетом упора на поверхность платы или на другую механическую опору, чтобы предотвратить поднятие контактной площадки.

*Компоненты, требующие монтажа над поверхностью платы, установлены на расстоянии меньше, чем 1,5 мм (0,059 дюйма).

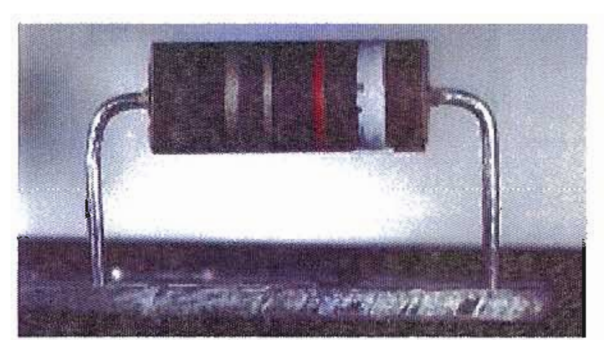


**Рисунок 7-72**



**Дефект: класс 3**

*Отсутствует изгиб вывода компонента.

# 7.4.2 Крепежные отверстия – Аксиальные выводы – Вертикальная установка

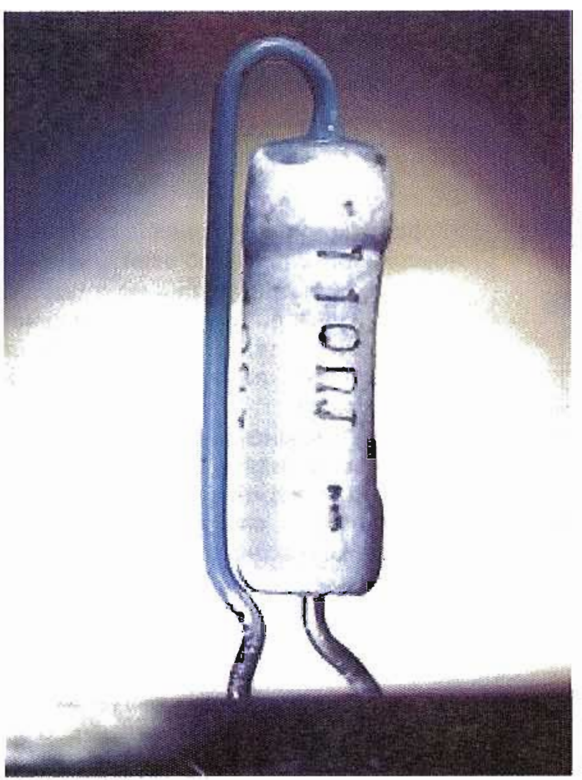


Рисунок 7-73

**Образец-класс 1,2,3**

*Компоненты, устанавливаемые над поверхностью печатной платы в крепежные отверстия, имеют выводы особой формы или снабжены механическими опорами для предотвращения подъема контактной площадки.

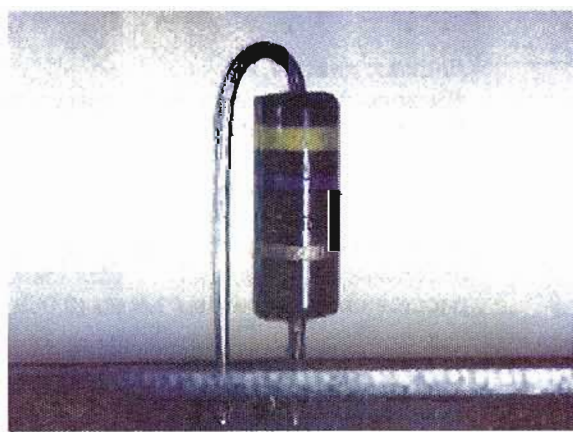


Рисунок 7-74

**Дефект: класс 1,2,3**

*Выводы компонентов, монтируемые над поверхностью печатной платы в крепежные отверстия, сформованы без опоры на поверхность печатной платы или иной механической поддержки.

## 7.4.3 Крепежные отверстия – Выступающий конец вывода/провода

Выступающие концы выводов (Таблица 7-2) не должны нарушать минимальный электрический зазор, повреждать паяные соединения при смещении выводов и протыкать защитную антистатическую упаковку во время вспомогательных операций.
**Примечание:** В высокочастотных сборках может потребоваться более тщательный контроль выступающих концов выводов, чтобы не допустить нарушения функционального замысла разработчика.

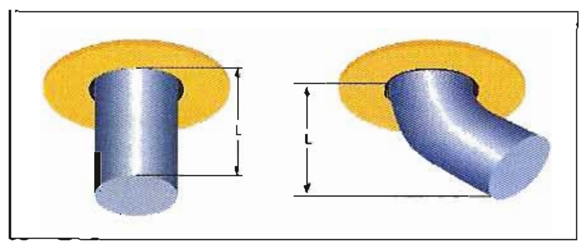


Рисунок 7-75

**Образец-класс 1,2,3**
*Концы выводов и проводов выступают над проводящей поверхностью на высоту (L), или как определено техническими условиями или чертежами.

**Приемка – класс 1,2,3**
*Концы выводов выступают над контактной поверхностью на величину (L), лежащую в пределах между максимальным и минимальным значениями таблицы 7-2, не нарушая при этом минимальный электрический зазор.

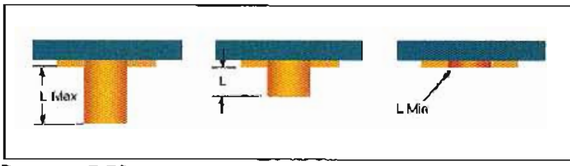


Рисунок 7-76

**Дефект: класс 1,2,3**
*Выступающий конец вывода не отвечает требованиям таблицы 7-2.
*Выступающий конец вывода нарушает величину минимального электрического зазора.
*Выступающий конец вывода превышает максимальные требования по высоте, обусловленные конструкцией изделия.

**Таблица 7-2 Длина выступающего из крепежного отверстия конца вывода**

| | Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 |
|---|---|---|---|
| (L) мин. | Конец явно покрыт припоем | | Длина достаточна для загиба конца вывода |
| (L) макс. | Нет опасности закорачивания | 2,5 мм (0,0984 дюйма) | Нет опасности закорачивания |

## 7.4.4 Крепежные отверстия – Загиб концов выводов/проводов

Требования данного раздела относятся к заделке выводов с загибом конца. Прочие требования могут быть заданы соответствующими техническими условиями или чертежами. Выводы, загнутые частично в целях фиксации детали, считаются не загнутыми выводами и должны соответствовать требованиям к выступающим концам выводов.
Заделка выводов в крепежных отверстиях производится загибом минимум на 45°.
Степень загиба конца вывода должна обеспечивать механическую фиксацию при пайке. Ориентация загиба относительно других проводников определяется по усмотрению монтажника. Выводы компонентов в DIP-корпусах следует отгибать в сторону от продольной оси корпуса. Закаленные выводы и выводы толще 1,3 мм. (0,050 дюйма) не должны загибаться или подвергаться формовке при монтаже. При посадке на клей закаленные выводы нельзя загибать полностью.

Минимальным требованием является различимость вывода в сформированном паяном соединении. Выводы должны соответствовать требованиям таблицы 7-2 при измерении вертикально относительно поверхности контактной площадки и не должны нарушать величину минимального электрического зазора.

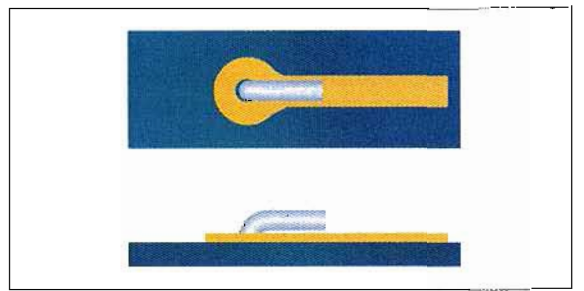


Рисунок 7-77

**Образец-класс 1,2,3**
*Конец вывода параллелен плате, изгиб направлен вдоль соединительного проводника.

# 7.4.4 Крепежные отверстия – Загиб концов выводов/проводов (продолжение)

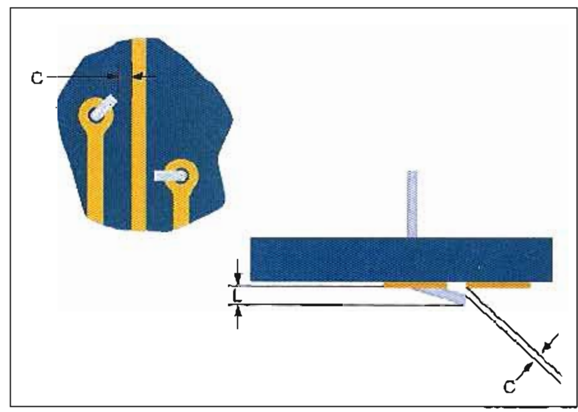



Рисунок 7-78

**Приемка – класс 1,2,3**

*Загнутый вывод не должен нарушать минимальный электрический зазор (C) между электрически несвязанными проводниками.

*Длина выступающего конца (L) не превышает аналогичной длины, допускаемой для не загнутых выводов.

*Конец вывода выступает над поверхностью контактной площадки на длину (L), ограниченную минимальным и максимальным требованиями таблицы 7-2, при условии, что не нарушается величина минимального электрического зазора.

**Приемка – класс 3**

*Вывод в крепежном отверстии загнут на минимальный угол 45°.

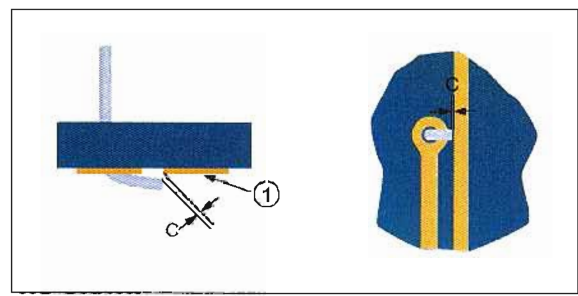



Рисунок 7-79
1. Несвязанный электрически проводник

**Дефект: класс 1,2,3**

*Вывод загнут в сторону электрически не связанного с ним проводника, нарушая минимальный электрический зазор (C).

*Длина выступающего конца вывода недостаточна для загибания, если загибание предусмотрено.

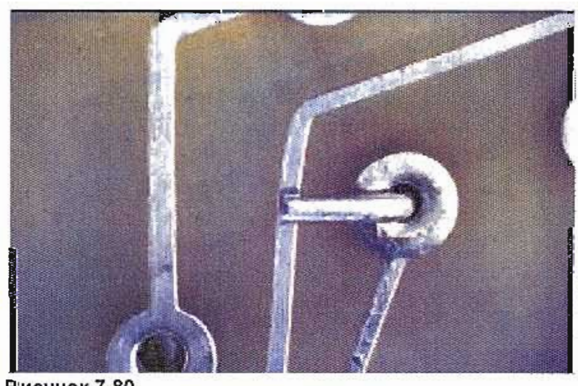


Рисунок 7-80

**Дефект: класс 3**

*Вывод в крепежном отверстии не загнут на минимальный угол 45° (не показано).

## 7.4.5 Крепежные отверстия – Пайка концов выводов



Рисунок 7-81

**Таблица 7-3 Крепежные отверстия с выводами компонентов, Минимальные требования приемки паяных соединений[3]**

| Требование | Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 |
|---|---|---|---|
| A. Покрытие галтелью припоя вывода и контактной площадки[1] | 270° | 270° | 330° |
| B. Процентное покрытие припоем поверхности вывода[2] | 75% | 75% | 75% |

**Примечание 1.** Для изделий класса 3, конец вывода компонента должен быть смочен припоем в области изгиба.

**Примечание 2.** Не требуется покрытие и заполнение припоем самого крепежного отверстия.

**Примечание 3.** Для двухсторонних плат с функциональными контактными площадками на обеих сторонах, требуется соответствие пунктам А и В обеих сторон.

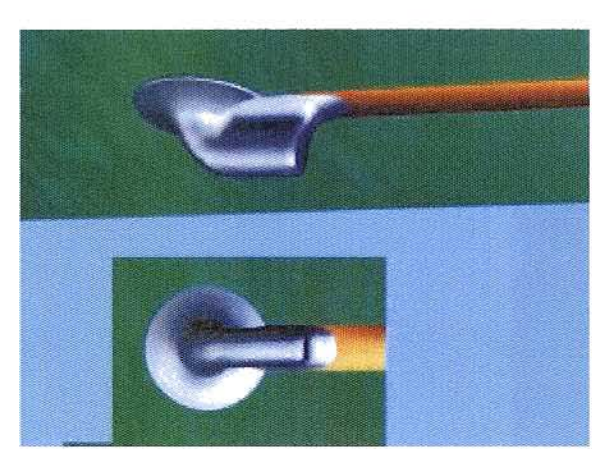


Рисунок 7-82

**Образец-класс 1,2,3**

*Паяное соединение (контактная площадка и вывод) смочено припоем и в галтели припоя четко виден контур вывода.

*Отсутствуют отверстия в припое и дефекты поверхности.

*Вывод и контактная площадка хорошо смочены.

*Вывод загнут.

*100% галтель припоя вокруг вывода компонента.

# 7.4.5 Крепежные отверстия – Пайка концов выводов (продолжение)

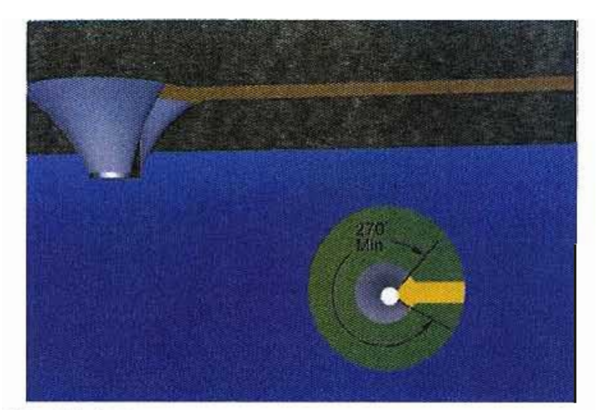



Рисунок 7-83

**Приемка – класс 1,2**

*Покрытие припоем отвечает требованиям таблицы 7-3.

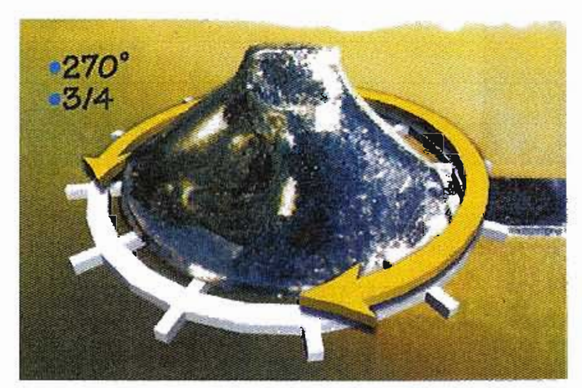



Рисунок 7-84

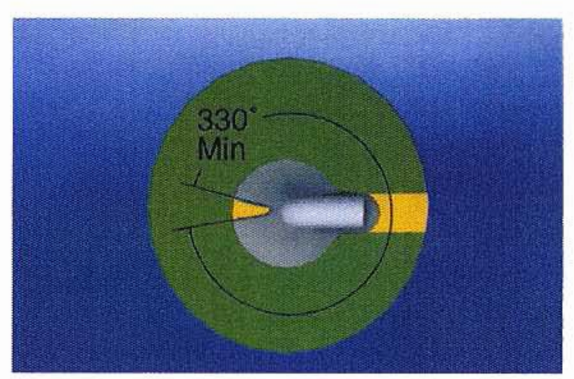



Рисунок 7-85

**Приемка – класс 3**

*Вывод смочен в области загиба.

*Галтель припоя распространяется минимум на 330° вокруг вывода компонента.



Рисунок 7-86

## 7.4.5 Крепежные отверстия – Пайка концов выводов (продолжение)

**Приемка – класс 1,2,3**
*Минимум 75% площади контактной площадки покрыто смоченным припоем на нижней стороне печатной платы (не показано).

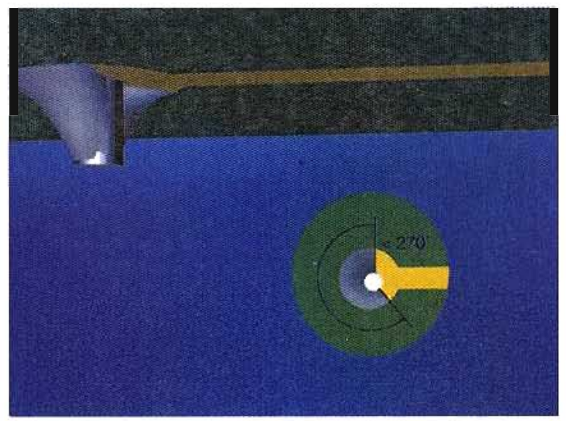



Рисунок 7-87

**Дефект: класс 1,2**
*Паяное соединение прямого вывода не отвечает требованиям охвата периметра припоем минимум на 270°.
*Покрытие припоем меньше 75% площади контактной площадки.

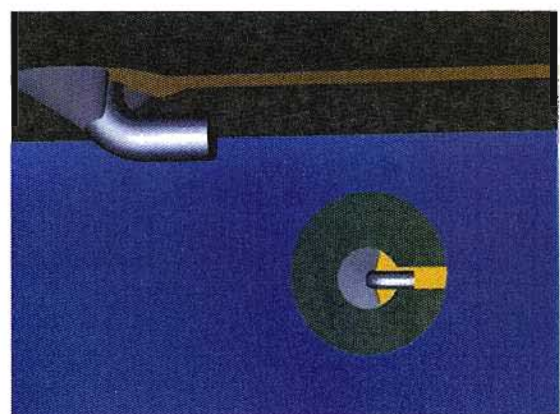


Рисунок 7-88

**Дефект: класс 3**
*Паяное соединение не отвечает требованиям охвата периметра припоем минимум на 330°.
*Вывод не загнут (не показано).
*Вывод не смочен в области загиба.
*Покрытие припоем меньше 75% площади контактной площадки.



Рисунок 7-89

**Дефект: класс 1,2,3**
*Вывод не различим, вследствие излишнего количества припоя.

## 7.4.6 Обрезание выводов после пайки

Требования раздела 7.5.5.8 также применимы к паяным соединениям в крепежных отверстиях

## 7.5 Монтажные отверстия

### 7.5.1 Монтажные отверстия – Аксиальные выводы – Горизонтальная установка

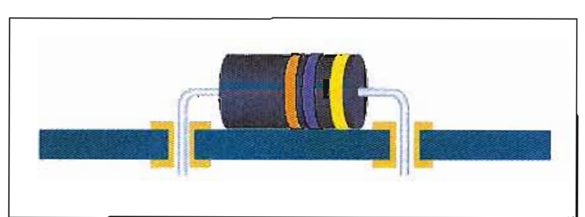


Рисунок 7-90

**Образец-класс 1,2,3**

*Корпус компонента по всей длине находится в контакте с поверхностью платы.

*Компоненты, требующие монтажа вне контакта с платой, например, рассеивающие большое количество тепла, должны быть приподняты над ее поверхностью, по крайней мере, на 1,5 мм (0,059 дюйма).

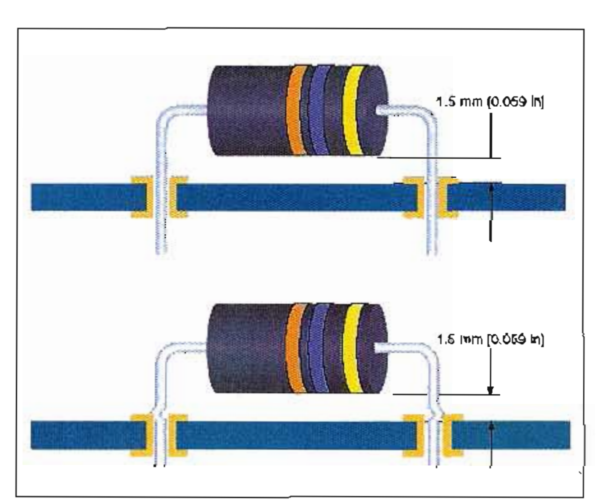



Рисунок 7-91

# 7.5.1 Монтажные отверстия – Аксиальные выводы – Горизонтальная установка (продолжение)

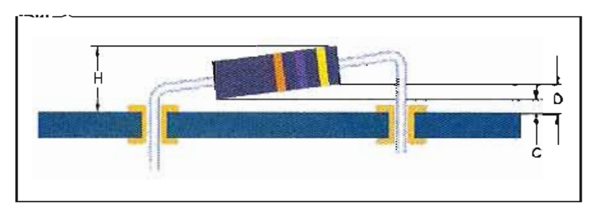



Рисунок 7-92

**Приемка – класс 1,2**

*Максимальное расстояние между компонентом и поверхностью платы (C) не должно нарушать требований к выступающим проводникам (раздел 7.5.3) или высоте установки компонента (H). Габарит (H) определяется заказчиком.

**Приемка – класс 3**

*Расстояние (C) между корпусом компонента и поверхностью печатной платы не должно превышать 0.7 мм (0.028 дюйма).

**Индикатор процесса – класс 3**

*Наибольший зазор между корпусом компонента и платой (D) превышает 0,7 мм (0,028 дюйма).

**Дефект: класс 3**

*Расстояние между корпусом компонента и поверхностью печатной платы более 1.5 мм (0.059 дюйма).

**Дефект: класс 1,2,3**

*Высота установки (H) превышает установленное заказчиком значение.

*Компоненты, требующие монтажа над поверхностью платы, установлены на расстоянии менее, чем 1,5 мм (0,059 дюйма) от поверхности печатной платы.

# 7.5.2 Монтажные отверстия – Аксиальные выводы – Вертикальная установка

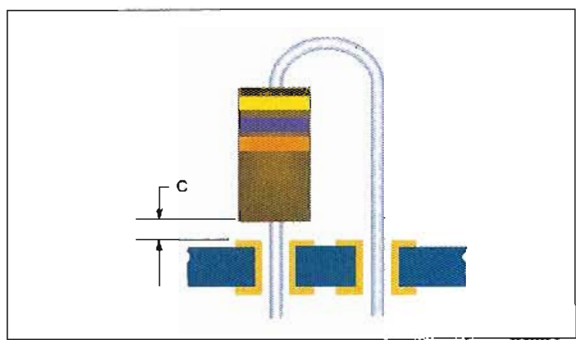



Рисунок 7-93

**Образец-класс 1,2,3**

*Расстояние (С) от корпуса компонента или от места герметизации вывода до поверхности печатной платы (С) равно 1 мм (0.039 дюйма).

*Корпус компонента перпендикулярен поверхности печатной платы.

*Общая высота установки компонента не превышает заданной.

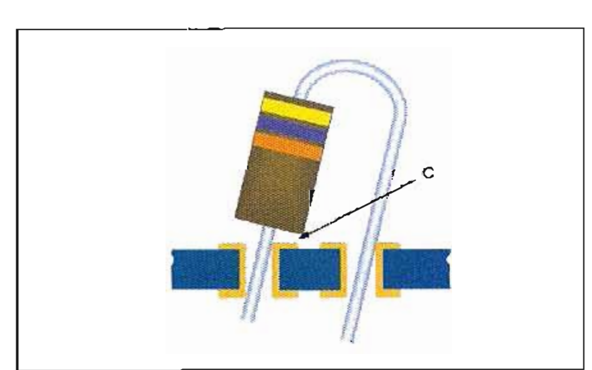



Рисунок 7-94

**Приемка – класс 1,2,3**

*Зазор (С) между компонентом или местом герметизации вывода и поверхностью печатной платы не выходит за пределы значений, указанных в таблице 7-4

*Угол наклона выводов компонента не вызывает нарушения величины минимального электрического зазора.

**Таблица 7-4 Расстояние между корпусом компонента и поверхностью печатной платы**

| | Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 |
|---|---|---|---|
| С (мин) | 0,1 мм (0,0039 дюйма) | 0,4 мм (0,016 дюйма) | 0,8 мм (0,031 дюйма) |
| С (макс) | 6 мм (0,24 дюйма) | 3 мм (0,12 дюйма) | 1,5 мм (0,059 дюйма) |

# 7.5.2 Монтажные отверстия – Аксиальные выводы – Вертикальная установка (продолжение)

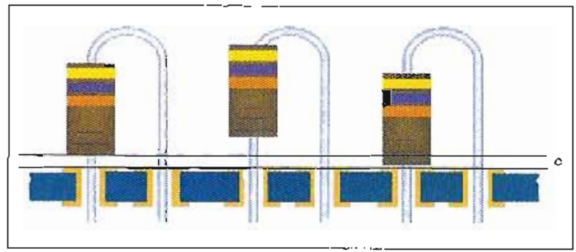



Рисунок 7-95

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2,3**

*Расстояние (C) превышает максимальные требования таблицы 7-4.

*Расстояние (C) между компонентом или местом герметизации вывода и поверхностью печатной платы меньше минимально допустимого значения, устанавливаемого таблицей 7-4

**Дефект: класс 1,2,3**

*Компоненты нарушают минимальный электрический зазор.

*Высота установки компонента не отвечает заданным требованиям к форме, размеру или функциональным характеристикам изделия.

*Высота установки компонента (H) не отвечает установленным заказчиком требованиям.

# 7.5.3 Монтажные отверстия – Выступающий конец вывода/провода

Выступающие концы выводов (требования к длине приведены в таблице 7-5) не должны нарушать минимальный электрический зазор, повреждать паяные соединения при смещении выводов и протыкать защитную антистатическую упаковку во время вспомогательных операций.

**Примечание:** В высокочастотных сборках может потребоваться более тщательный контроль выступающих концов выводов, чтобы не допустить нарушения функционального замысла разработчика.

**Таблица 7-5 Длина выступающего конца вывода**

| | Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 |
|---|---|---|---|
| (L) мин. | Конец явно покрыт припоем.[1] | | |
| (L) макс. | Опасности закорачивания нет | 2,5 мм (0,0984 дюйма) | 1,5 мм (0,0591 дюйма) |

**Примечание 1.** На платах толщиной более 2,3 мм (0,0906 дюйма) с переходными отверстиями и компонентами с заранее фиксированной длиной выводов, (компоненты в DIP-корпусах, разъемы) как минимум, выводы должны быть заподлицо с уровнем поверхности платы, но под галтелью припоя они могут быть неразличимы, см. пункт 1.4.2.5.

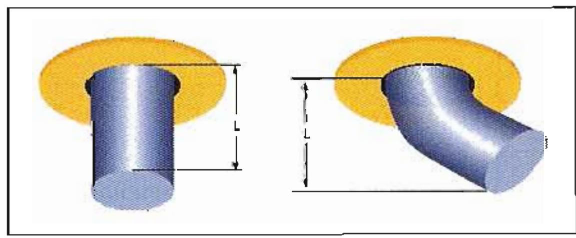


**Рисунок 7-96**

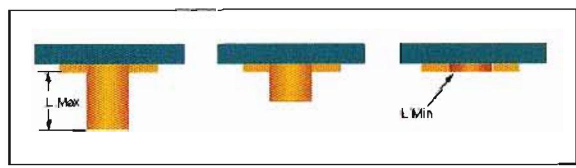


**Рисунок 7-97**

**Образец – класс 1,2,3**

*Длина выступающих концов выводов (L) лежит в заданных таблицей 7-5 пределах. При этом не нарушается величина минимального электрического зазора.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Выступающие концы выводов не отвечают требованиям таблицы 7-5.

*Выступающие концы выводов нарушают величину минимального электрического зазора

*Выступающие концы выводов нарушают максимальные требования по высоте, предусмотренные конструкцией изделия.

## 7.5.4 Монтажные отверстия – Загиб концов выводов/проводов

Выводы компонентов, запаянные в монтажные отверстия, могут быть прямыми, частично или полностью загнутыми. Степень загиба должна обеспечивать механическую фиксацию при пайке. Ориентация загиба относительно других проводников определяется по усмотрению монтажника. Выводы компонентов в DIP-корпусах следует отгибать в сторону от продольной оси корпуса. Закаленные выводы и выводы, имеющие длину более 1,3 мм (0,050 дюйма) не должны быть загнуты или отформованы с целью монтажа.

Минимальным требованием является различимость вывода в сформированном паяном соединении. Выводы должны соответствовать требованиям таблицы 7-5 при измерении вертикально относительно поверхности контактной площадки и не должны нарушать величину минимального электрического зазора.

Требования данного раздела относятся к заделке выводов с загибом конца. Прочие требования могут быть заданы соответствующими техническими условиями или чертежами. Выводы, загнутые частично в целях фиксации детали, считаются не загнутыми выводами и должны соответствовать требованиям к выступающим концам выводов.

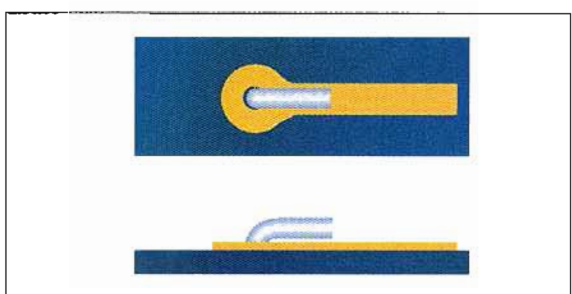


Рисунок 7-98

**Образец-класс 1,2,3**

*Конец вывода параллелен плате, изгиб направлен вдоль соединительного проводника.

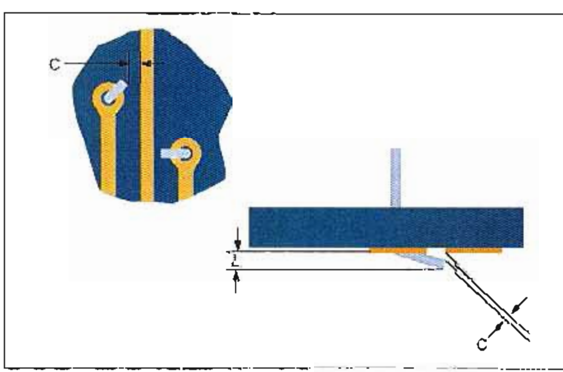



Рисунок 7-99

**Приемка – класс 1,2,3**

*Загнутый вывод не должен нарушать величину минимального электрического зазора (C) между электрически несвязанными проводниками.

*Расстояние от поверхности печатной платы до дальнего края торца загнутого вывода (L) не превышает аналогичной длины, допускаемой для не загнутых выводов. Обращайтесь к рисунку 7-99 и таблице 7-5.

# 7.5.4 Монтажные отверстия – Загиб концов выводов/проводов (продолжение)

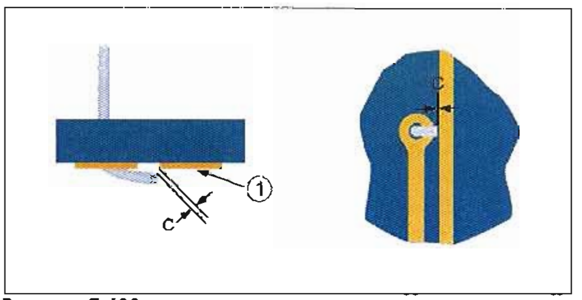



**Рисунок 7-100**
**1. Несвязанный электрически проводник**



**Рисунок 7-101**

**Дефект: класс 1,2,3**

*Вывод загнут в сторону электрически не связанного с ним проводника, нарушая минимальный электрический зазор (С).

## 7.5.5 Монтажные отверстия – Паяные соединения

Требования приемки паяных соединений компонентов, монтируемых в отверстия, описаны в разделах 7.5.5.1 – 7.5.5.10.

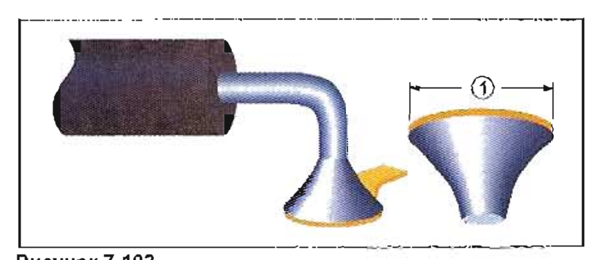



**Рисунок 7-102**
**1. Область контактной площадки**

**Образец-класс 1,2,3**

*Отсутствие участков с пустотами и дефектов поверхности.
*Вывод и контактная площадка хорошо смочены.
*Вывод явно различим.
*100% заполнение припоем пространства вокруг вывода.
*Припой покрывает вывод и растекается до кромки контактной площадки/проводника.
*Отсутствие поднятия галтели припоя (см. пункт 5.10.10).



**Рисунок 7-103**



**Рисунок 7-104**

**Приемка – класс 1,2,3**

*Вывод различим в паяном соединении.

## 7.5.5 Монтажные отверстия – Паяные соединения (продолжение)

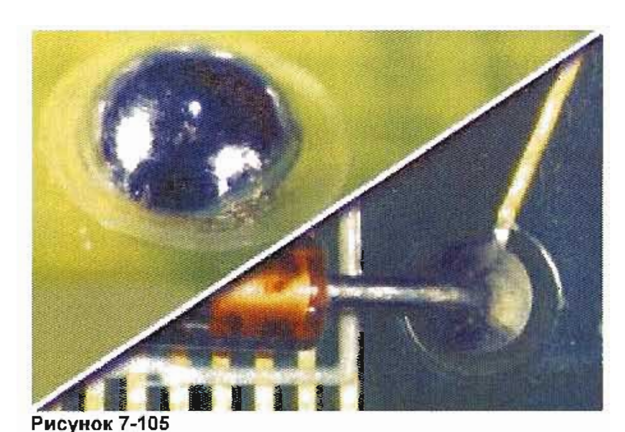

Рисунок 7-105



Рисунок 7-106

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2.3**
*Галтель имеет выпуклую форму, вывод явно не просматривается (в виде исключения из требований таблицы 7-5) вследствие избытка припоя, визуальное подтверждение наличия вывода в отверстии можно получить с верхней стороны платы.


Рисунок 7-107

**Дефект: класс 1,2,3**
*Вывод явно не просматривается вследствие изгиба.
*Отсутствие смачивание припоем вывода или контактной площадки.
*Паяное соединение не отвечает требованиям таблиц 7-6 или 7-7.

## 7.5.5 Монтажные отверстия – Паяные соединения (продолжение)

**Таблица 7-6 Металлизированные переходные отверстия с выводами компонентов – Минимально допустимые условия приемки[1]**

| Критерий оценки | Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 |
|---|---|---|---|
| A. Вертикальное заполнение монтажных отверстий припоем[2,3]. (см. 7.5.5.1) | Не определен | 75° | 75° |
| B. Смачивание вывода и металлизированного отверстия на верхней стороне платы (сторона установки компонентов). (см. 7.5.5.2) | Не определен | 180° | 270° |
| C. Часть контактной площадки на верхней стороне платы (сторона установки компонентов), смоченная припоем, % (см. 7.5.5.3) | 0 | 0 | 0 |
| D. Смачивание периметра вывода, металлизированного отверстия и заполнение их припоем на нижней стороне платы (сторона пайки). (см. 7.5.5.4) | 270° | 270° | 330° |
| E. Часть контактной площадки на нижней стороне платы (сторона пайки), смоченная припоем (см. 7.5.5.5) | 75% | 75% | 75% |

**Примечание 1.** Понятие смачивания припоем относится к технологическому процессу пайки.
**Примечание 2.** 25% высоты отверстия не заполнено припоем, включая углубления на стороне установки компонентов и стороне пайки.
**Примечание 3.** В соответствии с требованиями пункта 7.5.5.1, для изделий класса 2 допускается вертикальное заполнение монтажных отверстий припоем менее 75%.

**Таблица 7-7 Металлизированные переходные отверстия с выводами компонентов – Интрузивная пайка – Минимально допустимые условия приемки[1]**

| Критерий оценки | Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 |
|---|---|---|---|
| A. Вертикальное заполнение монтажных отверстий припоем[2,3]. | Не определен | 75° | 75° |
| B. Смачивание вывода и металлизированного отверстия на стороне установки компонентов. | Не определен | 180° | 270° |
| C. Часть контактной площадки на стороне установки компонентов, смоченная припоем, % | 0 | 0 | 0 |
| D. Смачивание периметра вывода, металлизированного отверстия и заполнение их припоем на стороне пайки[4]. | 270° | 270° | 330° |
| E. Часть контактной площадки на сторона пайки, смоченная припоем. | 75% | 75% | 75% |

**Примечание 1.** Понятие смачивания припоем относится к технологическому процессу пайки.
**Примечание 2.** 25% высоты отверстия не заполнено припоем, включая углубления на стороне установки компонентов и стороне пайки.
**Примечание 3.** В соответствии с требованиями пункта 7.5.5.1, для изделий класса 2 допускается вертикальное заполнение монтажных отверстий припоем менее 75%.
**Примечание 4.** Применимо к любой стороне печатной платы, на которую была нанесена паяльная паста.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Паяные соединения не соответствуют требованиям таблиц 7-6 или 7-7.

## 7.5.5.1 Монтажные отверстия – Паяные соединения - Вертикальное заполнение отверстия припоем (А)

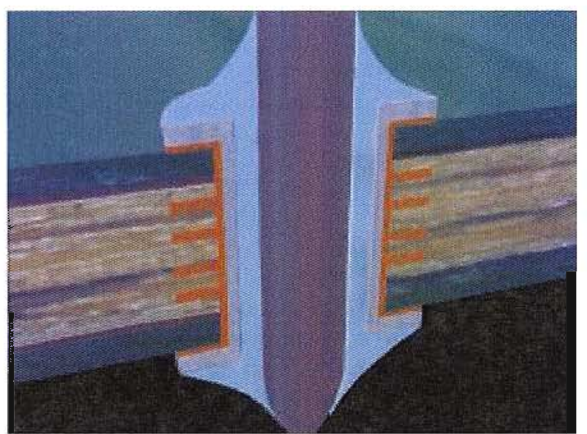


Рисунок 7-108

**Образец-класс 1,2,3**

*Заполнение на 100%.

Рисунок 7-109

**Приемка – класс 1,2,3**

*Минимальное заполнение на 75%. Допускается общая максимальная величина снижения уровня припоя 25%, включая верхнюю и нижнюю стороны.

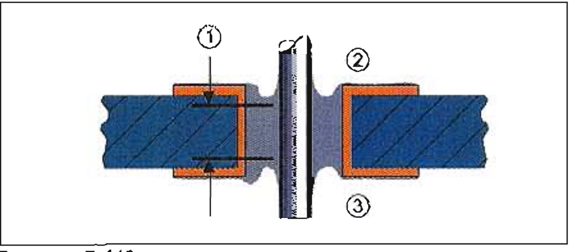



Рисунок 7-110
1. Заполнение по вертикали соответствует требованиям таблицы 7 – 6
2. Сторона установки компонентов
3. Сторона пайки

**Дефект: класс 2,3**

*Вертикальное заполнение отверстия припоем менее 75%.

# 7.5.5.1 Монтажные отверстия – Паяные соединения – Вертикальное заполнение отверстия припоем (A) (продолжение)

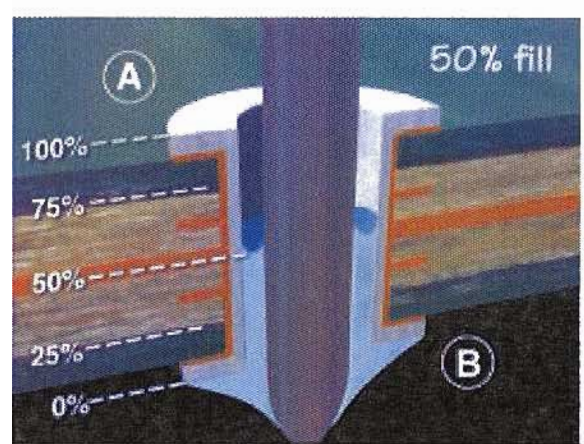



Рисунок 7-111

**Не определен – класс 1**
**Приемка – класс 2**
**Дефект: класс 3**

*В качестве исключения из требований таблиц 7-6 или 7-7, допускается заполнение припоем металлизированных отверстий на 50% для изделий класса 2 при соблюдении следующих условий:

*Монтажное отверстие соединено с теплоотводом.

*Вывод компонента различим на стороне B паяного соединения (рисунок 7-111).

*Галтель припоя на стороне B рисунка 7-111 смачивает на 360° вывод компонента и стенки металлизированного отверстия.

*Все другие расположенные рядом металлизированные переходные отверстия должны отвечать требованиям таблиц 7-6 или 7-7.

**Примечание**: заполнение металлизированного отверстия меньше чем на 100% может быть неприемлемо в некоторых случаях, например, при термошоке. Заказчик должен сообщать производителю о всех подобных случаях.

## 7.5.5.2 Монтажные отверстия – Паяные соединения – Верхняя сторона – Пайка вывода компонента в отверстие (B)

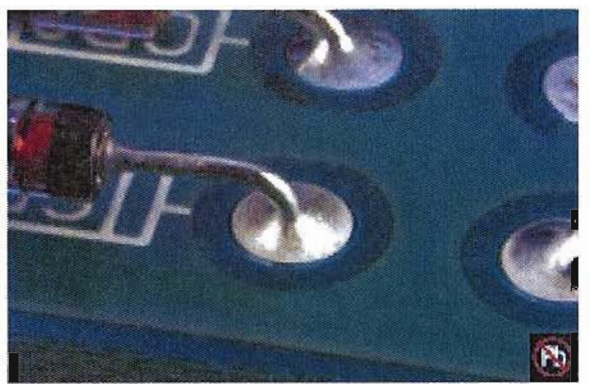
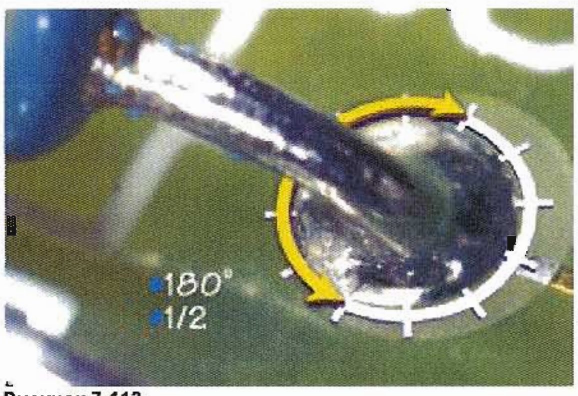


Рисунок 7-112

**Образец – класс 1,2,3**

*Смачивание вывода и монтажного отверстия по окружности 360°.



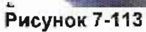



Рисунок 7-113

**Не определен – класс 1**
**Приемка – класс 2**

*Смочено минимум 180° окружности вывода и отверстия, рисунок 7-113.

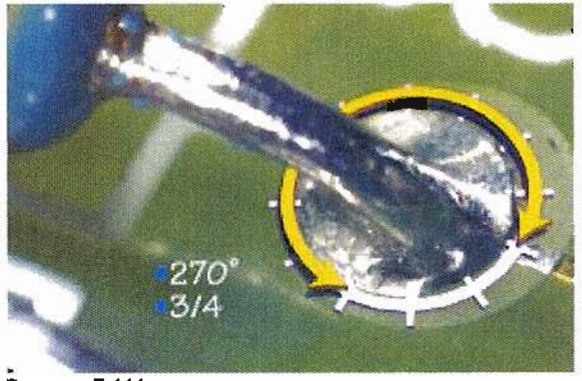



Рисунок 7-114

**Приемка – класс 3**

*Смочено минимум 270° окружности вывода и отверстия, рисунок 7-114.

## 7.5.5.2 Монтажные отверстия – Паяные соединения – Верхняя сторона – Пайка вывода компонента в отверстие (B) (продолжение)



Рисунок 7-115



**Дефект: класс 2**

*Смочено меньше 180° окружности вывода и отверстия.

**Дефект: класс 3**

*Смочено меньше 270° окружности вывода и отверстия.



Рисунок 7-116

# 7.5.5.3 Монтажные отверстия – Паяные соединения – Верхняя сторона – Покрытие припоем контактной площадки (С)

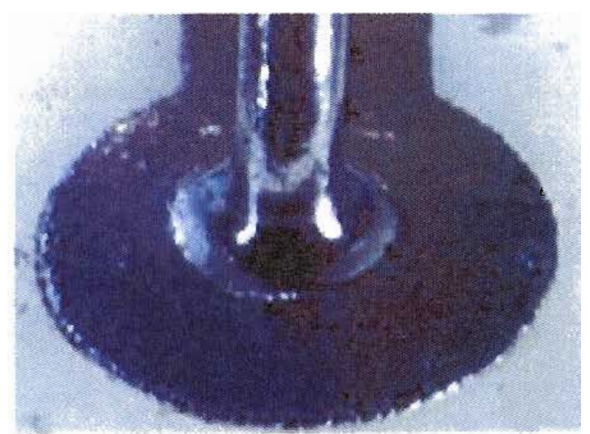


**Рисунок 7-117**

**Приемка – класс 1,2,3**

*Не требуется смачивание припоем контактной площадки на стороне установки компонентов печатной платы.

## 7.5.5.4 Монтажные отверстия – Паяные соединения – Нижняя сторона – Покрытие припоем окружности вывода и монтажного отверстия (D)




Рисунок 7-118

**Приемка – класс 1,2**

*Заполнено и смочено припоем минимум 270° области вывода, отверстия и контактной площадки.



Рисунок 7-119

**Приемка – класс 3**

* Заполнено и смочено припоем минимум 330° области вывода, отверстия и контактной площадки (не показано).

**Дефект: класс 1,2,3**

*Не соответствие требованиям таблиц 7-6 или 7-7.

## 7.5.5.5 Монтажные отверстия – Паяные соединения – Нижняя сторона – Покрытие припоем контактной площадки (E)



Рисунок 7-120

**Образец – класс 1,2,3**

*Контактная площадка полностью покрыта припоем на стороне пайки печатной платы.

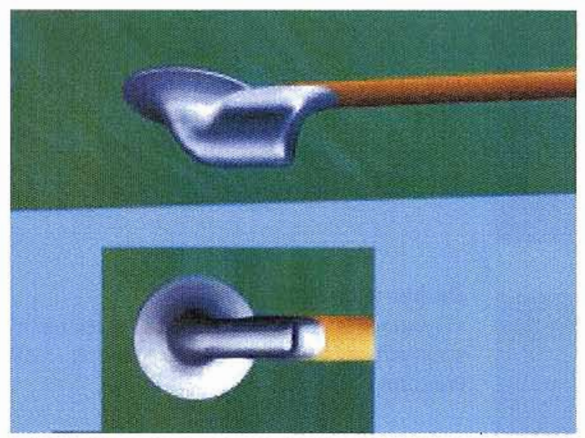


Рисунок 7-121



Рисунок 7-122

**Приемка – класс 1,2,3**

*Как минимум 75% поверхности контактной площадки смочено припоем на нижней стороне печатной платы.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Не соответствие требованиям таблиц 7-6 или 7-7.

## 7.5.5.6 Монтажные отверстия – Паяные соединения – Припой в районе изгиба вывода

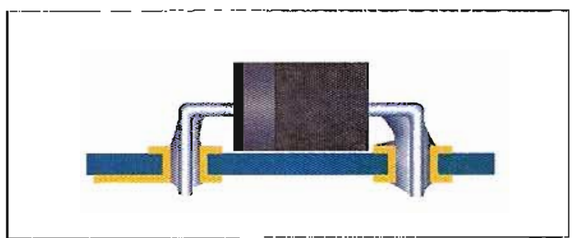


Рисунок 7-123



Рисунок 7-124



Рисунок 7-125

**Приемка – класс 1,2,3**

*Припой в районе изгиба вывода не должен касаться корпуса компонента.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Припой в районе изгиба вывода касается с корпуса компонента или места герметизации вывода.

## 7.5.5.7 Монтажные отверстия – Паяные соединения – Пайка компонентов с облоями покрытия

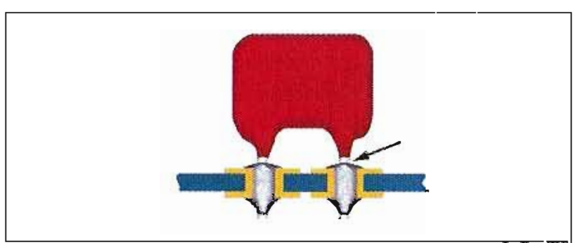


Рисунок 7-126

**Образец – класс 1,2,3**

*Расстояние между нижним краем облоя покрытия вывода и галтелью паяного соединения должно равняться 1.2 мм (0.048 дюйма).

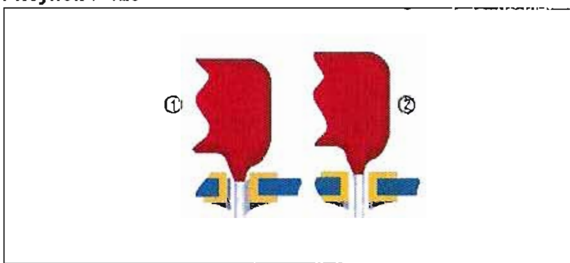



Рисунок 7-127
1. Класс 1,2
2. Класс 3

**Приемка – класс 1**

*Компоненты с облоем покрытия можно устанавливать с погружением облоя в припой, при этом необходимо обеспечить:

*Наличие смачивания вывода и монтажного отверстия по окружности 360° на нижней стороне печатной платы.

*Неразличимость облоя покрытия вывода, на нижней стороне платы.

**Приемка – класс 2,3**

*Облой покрытия не находится в переходном отверстии. Различим зазор между облоем и галтелью припоя.

**Индикатор процесса – класс 2**

*Облой покрытия вывода находится в переходном отверстии, но паяное соединение отвечает требованиям таблиц 7-6 или 7-7.

**Дефект: класс 1,2,3**

*На нижней стороне печатной платы нет хорошего смачивания.



*Рисунок 7-128*

**Дефект: класс 3**

*Несоответствие требованиям таблиц 7-6 или 7-7.

*Облой покрытия вывода находится в переходном отверстии.

*Облой покрытия вывода находится в паяном соединении.

**Примечание**: При необходимости в определенных ситуациях, требуется управлять глубиной погружения облоя с тем, чтобы после установки компонента облой не проник в металлизированное отверстие печатного узла. Пример: высокочастотные изделия, очень тонкие печатные платы.

## 7.5.5.8 Подрезка выводов после пайки

Указанные ниже требования приемки применяются к собранным печатным узлам, у которых после пайки требуется подрезка выводов. Выводы можно подрезать после пайки кусачками, не повреждая электронные компоненты или паяные соединения. При подрезке вывода после пайки паяное соединение должно визуально контролироваться при увеличении 10x для гарантии того, что исходное паяное соединение не будет повреждено (например, трещины или деформация). В качестве альтернативы визуальному контролю паяные соединения могут быть оплавлены. Если паяное соединение подлежит оплавлению после подрезки, это является частью технологического процесса пайки, и не считается операцией ремонта. Это требование не предназначено для применения к таким компонентам, часть вывода которых необходимо удалить после пайки (то есть отрывные соединительные планки).

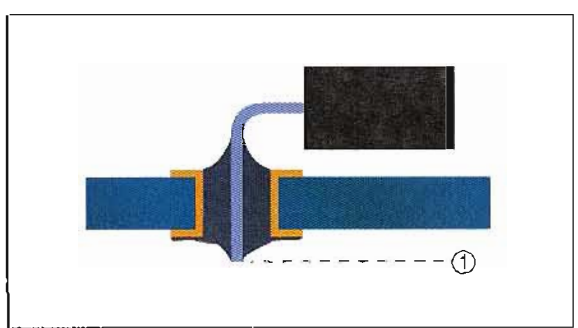



Рисунок 7-129
1. Выступающая часть вывода

**Приемка – класс 1,2,3**

*Между выводом и припоем отсутствуют трещины.

*Выступающая часть вывода в пределах технических требований.



Рисунок 7-130

**Дефект: класс 1,2,3**

*Очевидное наличие трещины между выводом и галтелью припоя.

# 7.5.5.9 Монтажные отверстия – Пайка проводов с изолирующим покрытием

Эти требования применяются в случае соответствия паяного соединения минимальным требованиям таблиц 7-6 или 7-7. Требования к смещенной изоляции приведены в разделе 6.8. Информация данного раздела применима к покрытиям из некорродирующего материала, которые могут проникнуть в соединение при пайке.



Рисунок 7-131

**Образец-класс 1,2,3**

*Зазор между галтелью припоя и изоляцией равен одному диаметру провода.



Рисунок 7-132

**Приемка – класс 1,2**
**Индикатор процесса – класс 3**

*Покрытие проникает в паяное соединение на верхней стороне, но вокруг отверстия на нижней стороне видно хорошее смачивание припоем.

*Покрытие не просматривается на нижней стороне.

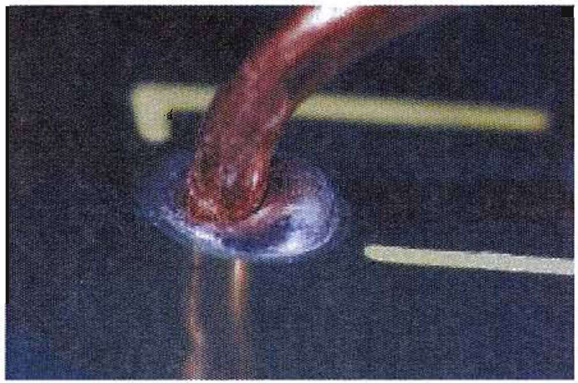


Рисунок 7-133

**Дефект: класс 1,2,3**

*Обнаруживается плохое смачивание паяного соединения, паяное соединение не отвечает требованиям таблиц 7-6 или 7-7.

*Покрытие явно просматривается на нижней стороне печатной платы.

## 7.5.5.10 Монтажные отверстия – Пайка сквозных металлизированных отверстий (без выводов)

Сквозные металлизированные отверстия при использовании защиты временным паяльным резистом или паяльной маской могут не подвергаться воздействию припоя при пайке. В случае пайки сквозных металлизированных отверстий (без установленных компонентов) волной припоя, погружением или протягиванием пайка должна соответствовать следующим требованиям:

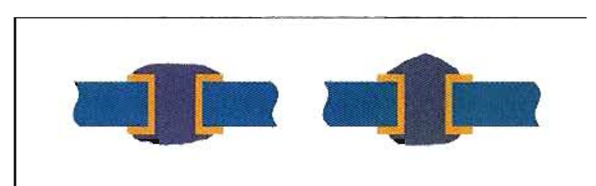


Рисунок 7-134

**Образец-класс 1,2,3**

*Отверстия полностью заполнены припоем.

*На поверхности контактных площадок видно хорошее смачивание.

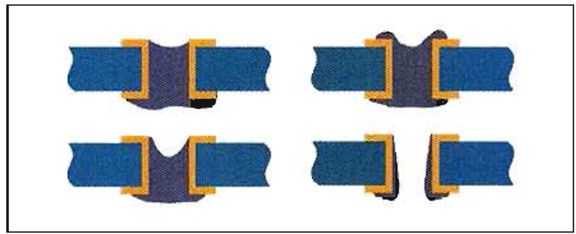


Рисунок 7-135

**Приемка – класс 1,2,3**

*Стенки отверстий смочены припоем.

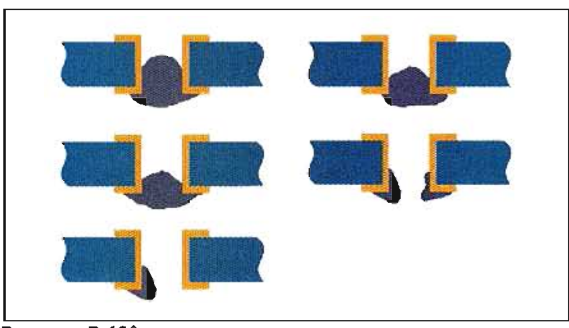


Рисунок 7-136

**Приемка – класс 1**

**Индикатор процесса – класс 2.3**

*Стенки отверстий не смочены припоем.

**Примечание**: Для данного случая не существует условия дефекта.

**Примечание**: Переходные отверстия, частично заполненные припоем, являются ловушками различных загрязнений, которые тяжело удаляются в процессе отмывки.

# 8 Поверхностный монтаж

Данный раздел охватывает требования приемки при изготовлении печатных узлов с применением технологии поверхностного монтажа.

В данном стандарте термины «пластиковый компонент» используются в общем смысле для обозначения различий между пластиковыми компонентами и компонентами, выполненными из других материалов, например, керамики/алюминия или металла.

Некоторые значения, например, значение толщины припоя, не являются контролируемыми величинами и определяются примечаниями, указанными в данном стандарте.

Величина толщины припоя (G) определяется заполненным припоем пространством от поверхности контактной площадки до нижней части вывода компонента. Толщина припоя (G) является основным параметром в определении надежности паяного соединения бессвинцовых компонентов. Желательно наличие толстого слоя припоя (G). Дополнительная информация, относящаяся к надежности соединений, выполненных по технологии поверхностного монтажа, приводится в стандартах IPC-D-279, IPC-SM-785 и IPC-9701.

В дополнение к требованиям данного раздела, паяные соединения должны соответствовать требованиям раздела 5.

# 8 Поверхностный монтаж (продолжение)

В этом разделе рассматриваются следующие вопросы:

# 8.1 Фиксация компонентов клеями

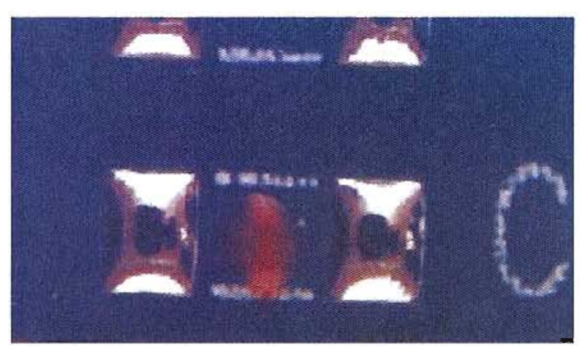


Рисунок 8-1

**Образец – класс 1,2,3**

*Отсутствие клея на поверхностях с оплавленным припоем в области контакта с выводом.

*Клей расположен по центру между контактными площадками.



Рисунок 8-2

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**

*В области контакта с выводом виден выступающий из-под компонента клей, однако, ширина паяного соединения соответствует минимальным требованиям.

**Дефект: класс 3**

*В области контакта с выводом виден выступающий из-под компонента клей.

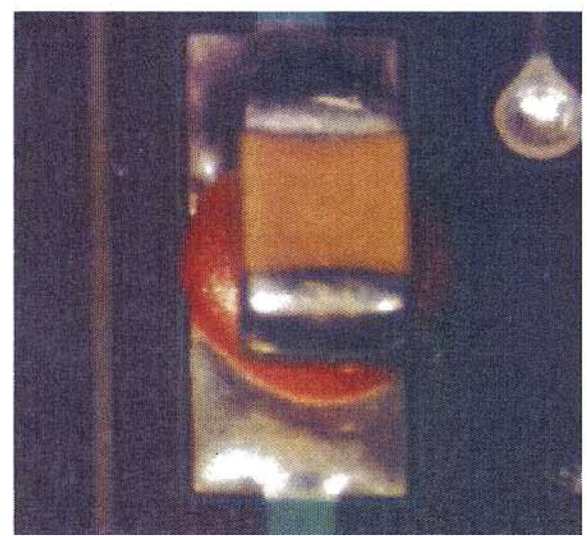


Рисунок 8-3

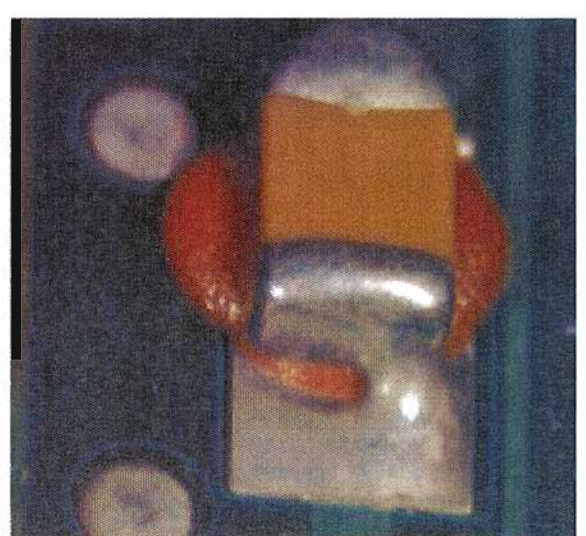


Рисунок 8-4

## 8.2 Соединения, выполненные с применением технологии поверхностного монтажа.

Соединения, выполненные с применением технологии поверхностного монтажа должны соответствовать требованиям разделов 8.2.1 – 8.2.14.

### 8.2.1 Чип-компоненты – Дискретные чип-компоненты с расположением контактных поверхностей только снизу

Дискретные чип-компоненты, сборки безвыводных чип-компонентов и прочие компоненты с металлизированными контактными поверхностями, расположенными исключительно снизу, должны соответствовать требованиям по габаритным размерам и требованиям к галтели припоя, перечисленным ниже для каждого класса изделий. Ширина контактной поверхности компонента обозначается буквой (W), ширина контактной площадки обозначается буквой (P), Смещением компонента является превышение габаритов более мелкого контактного элемента над более крупным (то есть W или P).

**Таблица 8-1 Требования к установочным размерам – Чип-компоненты – Дискретные чип-компоненты с расположением контактных поверхностей только снизу**

| Характеристика | Габарит | Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 |
|---|---|---|---|---|
| Максимальное боковое смещение | A | 50% (W) или 50%(P) выбирается меньшее значение; Примечание 1 | | 25% (W) или 25%(P) выбирается меньшее значение; Примечание 1 |
| Торцевое смещение | B | Не допускается | | |
| Минимальная ширина галтели припоя с торца | C | 50% (W) или 50%(P) выбирается меньшее значение | | 75% (W) или 75%(P) выбирается меньшее значение |
| Минимальная длина галтели припоя | D | Примечание 3 | | |
| Максимальная высота галтели припоя | E | Примечание 3 | | |
| Минимальная высота галтели припоя | F | Примечание 3 | | |
| Толщина припоя | G | Примечание 3 | | |
| Минимальное перекрытие контактной поверхностью компонента контактной площадки | J | Требуемое (по спецификации) | | |
| Длина контактной поверхности компонента | L | Примечание 2 | | |
| Ширина контактной площадки | P | Примечание 2 | | |
| Ширина контактной поверхности компонента | W | Примечание 2 | | |

**Примечание 1**. При условии, что не нарушается величина минимального электрического зазора.
**Примечание 2**. Точно не установленный параметр или переменный размер, определяемый конструкцией.
**Примечание 3**. Должна быть хорошо видна галтель припоя.

## 8.2.1.1 Чип-компоненты – Дискретные чип-компоненты с расположением контактных поверхностей только снизу – Боковое смещение (A)

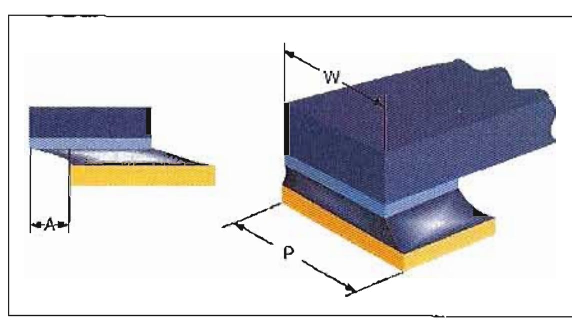



Рисунок 8-5

**Образец – класс 1,2,3**
*Отсутствие бокового смещения.

**Приемка – класс 1,2**
*Боковое смещение (A) менее или равно 50% от ширины вывода компонента (W) или 50% от ширины контактной площадки (P). Выбирается наименьшее значение.

**Приемка – класс 3**
*Боковое смещение (A) менее или равно 25% от ширины вывода компонента (W) или 25% от ширины контактной площадки (P). Выбирается наименьшее значение.

**Дефект: класс 1,2**
*Боковое смещение (A) более 50% от ширины вывода компонента (W) или 50% от ширины контактной площадки (P). Выбирается наименьшее значение.

**Дефект: класс 3**
*Боковое смещение (A) более 25% от ширины вывода компонента (W) или 25% от ширины контактной площадки (P). Выбирается наименьшее значение.

## 8.2.1.2 Чип-компоненты – Дискретные чип-компоненты с расположением контактных поверхностей только снизу – Торцевое смещение (B)

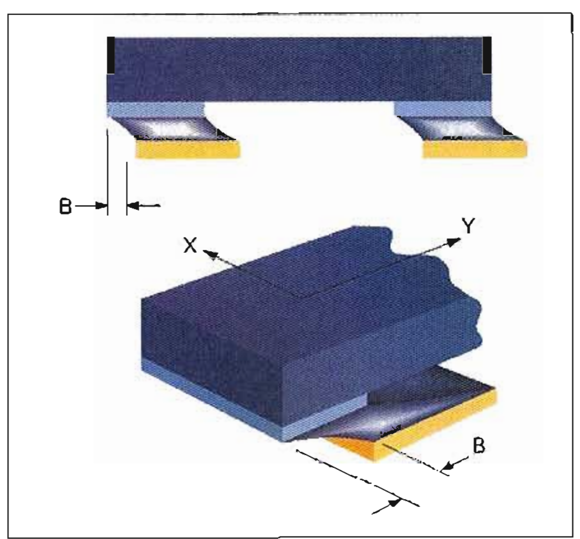



Рисунок 8-6

**Дефект: класс 1,2,3**

*Не допускается торцевое смещение (B) по оси Y.

## 8.2.1.3 Чип-компоненты – Дискретные чип-компоненты с расположением контактных поверхностей только снизу – Ширина галтели припоя с торца (С)

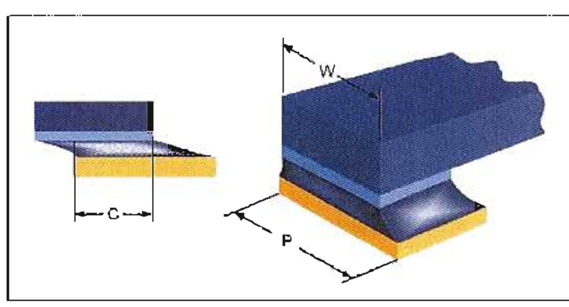



**Рисунок 8-7**

**Образец – класс 1,2,3**

*Ширина галтели припоя (С) равна ширине контактной поверхности компонента (W) или ширине контактной площадки (Р) (выбирается меньшее значение).

**Приемка – класс 1,2**

*Минимальная ширина галтели припоя (С) составляет 50% от ширины контактной поверхности компонента (W) или 50% от ширины контактной площадки (Р) (выбирается меньшее значение).

**Приемка – класс 3**

*Минимальная ширина галтели припоя (С) составляет 75% от ширины контактной поверхности компонента (W) или 75% от ширины контактной площадки (Р) (выбирается меньшее значение).

**Дефект: класс 1,2**

*Минимальная ширина галтели припоя (С) составляет менее 50% от контактной поверхности компонента (W) или менее 50% от ширины контактной площадки (Р) (выбирается меньшее значение).

**Дефект: класс 3**

*Минимальная ширина галтели припоя (С) составляет менее чем 75% от ширины контактной поверхности компонента (W) или менее чем 75% от ширины контактной площадки (Р) (выбирается меньшее значение).

## 8.2.1.4 Чип-компоненты – Дискретные чип-компоненты с расположением контактных поверхностей только снизу – Длина галтели припоя (D)

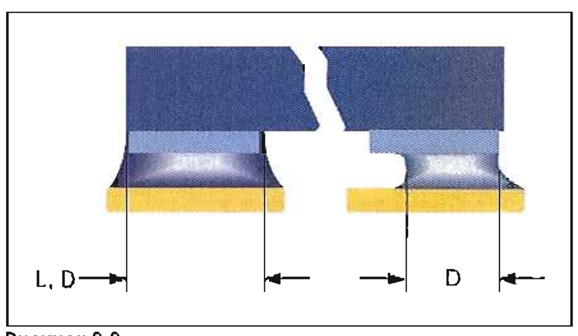



Рисунок 8-8

**Образец – класс 1,2,3**

*Длина галтели припоя (D) равна длине контактной поверхности компонента (L).

**Приемка – класс 1,2,3**

*Допускается любая длина галтели припоя (D), при условии соблюдения всех остальных параметров паяного соединения.

## 8.2.1.5 Чип-компоненты – Дискретные чип-компоненты с расположением контактных поверхностей только снизу – Максимальная высота галтели припоя (E)

Максимальная высота галтели припоя (E) не задается для классов 1, 2, 3.

## 8.2.1.6 Чип-компоненты – Дискретные чип-компоненты с расположением контактных поверхностей только снизу – Минимальная высота галтели припоя (F)

Требования к минимальной высоте галтели припоя (F) не задаются для классов 1, 2, 3. Тем не менее, галтель припоя должна быть хорошо видна.

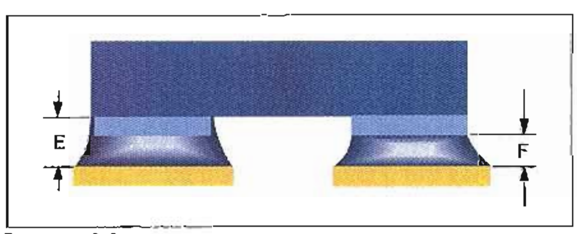


Рисунок 8-9

**Дефект: класс 1,2,3**

*Не видна галтель припоя.

## 8.2.1.7 Чип-компоненты – Дискретные чип-компоненты с расположением контактных поверхностей только снизу – Толщина припоя (G)

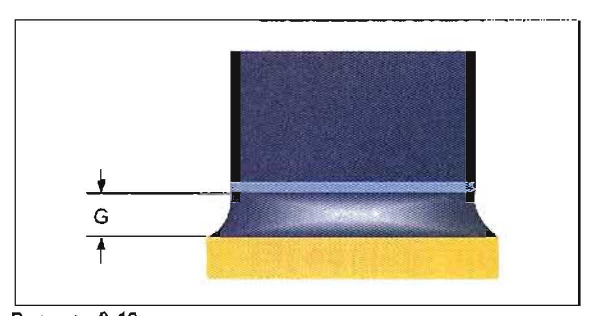



Рисунок 8-10

**Приемка – класс 1,2,3**

*Галтель припоя должна быть хорошо видна.

**Дефект: класс 1.2,3**

*Не видна галтель припоя (не показано)

## 8.2.1.8 Чип-компоненты – Дискретные чип-компоненты с расположением контактных поверхностей только снизу – Перекрытие контактной поверхностью компонента контактной площадки (J)

**Приемка – класс 1,2,3**

*Необходимо явное перекрытие поверхности контакта (J) между выводом компонента и контактной площадкой.

**Дефект: класс 1.2,3**

*Недостаточное перекрытие поверхности контакта (J) между выводом компонента и контактной площадкой.

## 8.2.2 Чип-компоненты – Компоненты с прямоугольной или квадратной формой контактных поверхностей. Расположение контактных поверхностей с одной, трех или пяти сторон

Приведенные критерии относятся к типам компонентов, таким как: чип-резистор, чип-конденсатор, компонентам в корпусах MELF и компонентам с квадратной формой вывода.
Паяные соединения компонентов с квадратной или прямоугольной формой контактных поверхностей должны соответствовать габаритным требованиям и требованиям к галтели припоя, перечисленным ниже для каждого класса изделий. При расположении контактных поверхностей с одной стороны, паяемой стороной служит лицевая сторона компонента.

**Таблица 8-2 Требования к установочным размерам – Чип-компоненты – Компоненты с прямоугольной или квадратной формой контактных поверхностей. Расположение контактных поверхностей с одной, трех или пяти сторон**

| Характеристика | Габарит | Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 |
|---|---|---|---|---|
| Максимальное боковое смещение | A | 50% (W) или 50%(P) выбирается наименьшее значение; Примечание1 | | 25% (W) или 25% (P) выбирается наименьшее значение; Примечание 1 |
| Торцевое смещение | B | Не допускается | | |
| Минимальная ширина галтели припоя с торца, Примечание 5 | C | 50% (W) или 50%(P) выбирается меньшее значение | | 75% (W) или 75%(P) выбирается меньшее значение |
| Минимальная длина галтели припоя | D | Примечание 3 | | |
| Максимальная высота галтели припоя | E | Примечание 4 | | |
| Минимальная высота галтели припоя | F | Галтель четко просматривается на вертикальных поверхностях выводов компонентов. Примечание 6 | | (G) + 25% (H) или (G) + 0.5мм (0.02 дюйма). Выбирается наименьшее значение. Примечание 6 |
| Толщина припоя | G | Примечание 3 | | |
| Высота вывода компонента | H | Примечание 2 | | |
| Минимальное перекрытие контактной поверхностью компонента контактной площадки | J | Требуемое (по спецификации) | | |
| Ширина контактной площадки | P | Примечание 2 | | |
| Ширина контактной поверхности компонента | W | Примечание 2 | | |
| **Боковой монтаж компонентов (на торец), Примечание 7,8** | | | | |
| Отношение ширины компонента к его высоте | | Не превышает соотношения 2:1 | | |
| Смачиваемость припоем контактной поверхности компонентов и контактных площадок | | 100% смачиваемость поверхности контактной площадки и контактной поверхности вывода компонента | | |
| Минимальное перекрытие контактной поверхностью компонента контактной площадки | J | 100% | | |
| Максимальное боковое смещение | A | Не допускается | | |
| Торцевое смещение | B | Не допускается | | |
| Максимальный размер компонентов | | Не ограничен | | 1206 |
| Число металлизированных контактных поверхностей на торцах компонента | | Три и более поверхности | | |

**Примечание 1.** При условии, что не нарушается величина минимального электрического зазора.
**Примечание 2.** Точно не установленный параметр или переменный размер, определяемый конструкцией.
**Примечание 3.** Должна быть хорошо видна галтель припоя.
**Примечание 4.** Галтель максимальной величины может выступать за пределы контактной площадки и/или расширяться на верхний торец металлизированной контактной поверхности компонента, но касание корпуса компонента припоем не допускается.
**Примечание 5.** Величина (C) измеряется от самой узкой стороны галтели припоя.
**Примечание 6.** Конструкции со сквозными отверстиями в контактных площадках могут препятствовать выполнению данных требований. Требования приемки паяных соединений должны быть определены производителем и пользователем.
**Примечание 7.** Данные требования применимы для чип-компонентов, которые могут переворачиваться на узкую сторону в процессе установки.
**Примечание 8.** Данные требования могут быть неприемлемыми для использования в высокочастотном оборудовании или в оборудовании, подверженном сильным вибрациям.

### Образец – класс 1,2,3

• Отсутствие бокового смещения.

# 8.2.2.1 Чип-компоненты – Компоненты с прямоугольной или квадратной формой контактных поверхностей. Расположение контактных поверхностей с одной, трех или пяти сторон – Боковое смещение (А)

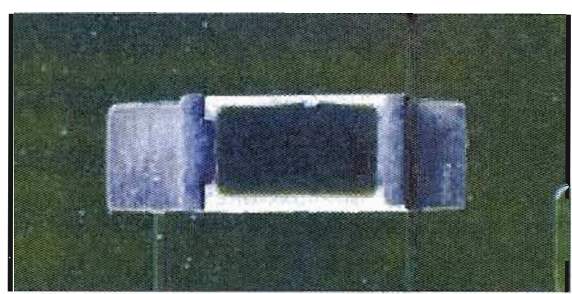


Рисунок 8-11

**Приемка – класс 1,2**

*Величина бокового смещения (А) менее или равна 50% ширины контактной поверхности компонента (W) или 50% ширины контактной площадки (Р) (выбирается наименьшее значение).

**Приемка – класс 3**

*Величина бокового смещения (А) менее или равна 25% ширины контактной поверхности компонента (W) или 25% ширины контактной площадки (Р) (выбирается наименьшее значение).

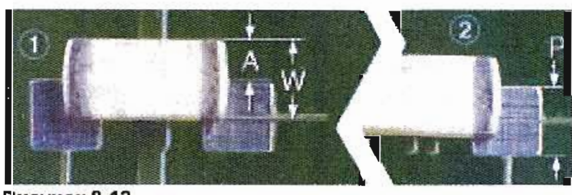



Рисунок 8-12
1. Класс 2
2. Класс 3

**Дефект: класс 1,2**

*Величина бокового смещения (А) более 50% ширины контактной поверхности компонента (W) или 50% ширины контактной площадки (Р) (выбирается наименьшее значение).

**Дефект: класс 3**

*Величина бокового смещения (А) менее или равна 25% ширины контактной поверхности компонента (W) или 25% ширины контактной площадки (Р) (выбирается наименьшее значение).

## 8.2.2.2 Чип-компоненты – Компоненты с прямоугольной или квадратной формой контактных поверхностей. Расположение контактных поверхностей с одной, трех или пяти сторон – Торцевое смещение (B)

**Образец-класс 1,2,3**

*Отсутствие торцевого смещения.

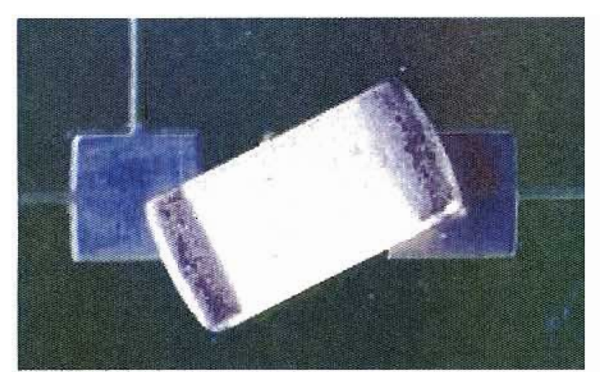


**Рисунок 8-13**

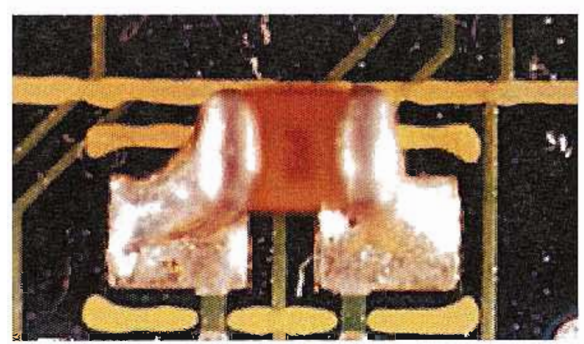


**Рисунок 8-14**

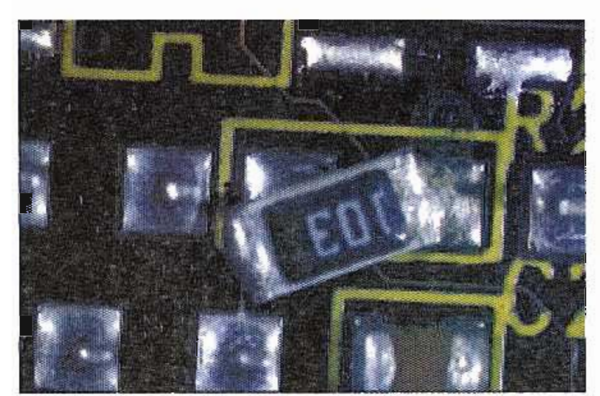


**Рисунок 8-15**

# 8.2.2.2 Чип-компоненты – Компоненты с прямоугольной или квадратной формой контактных поверхностей. Расположение контактных поверхностей с одной, трех или пяти сторон – Торцевое смещение (B) (продолжение)

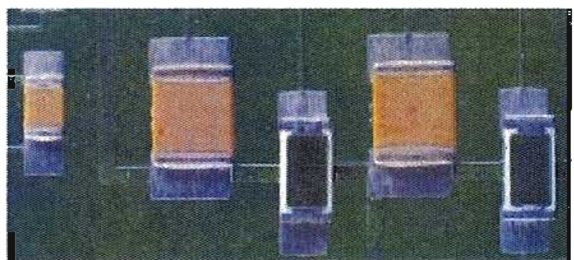


Рисунок 8-16

**Дефект:** класс 1,2,3

*Контактная поверхность компонента выступает за контактную площадку.

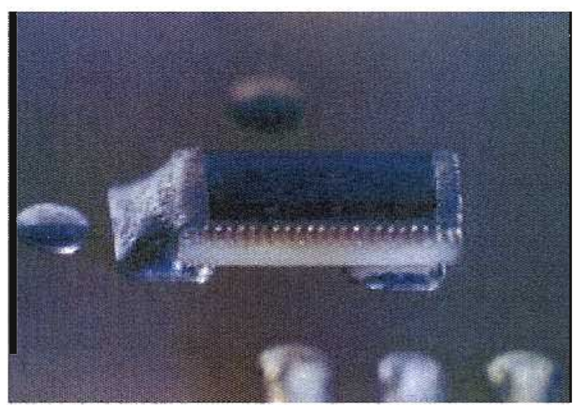


Рисунок 8-17

## 8.2.2.3 Чип-компоненты – Компоненты с прямоугольной или квадратной формой контактных поверхностей. Расположение контактных поверхностей с одной, трех или пяти сторон – Ширина галтели припоя с торца (С)

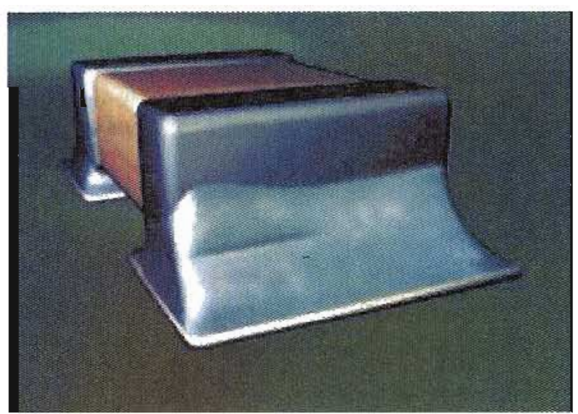


Рисунок 8-18

**Образец-класс 1,2,3**

*Ширина галтели припоя с торца равняется ширине контактной поверхности компонента или ширине контактной площадки (выбирается меньшее значение).

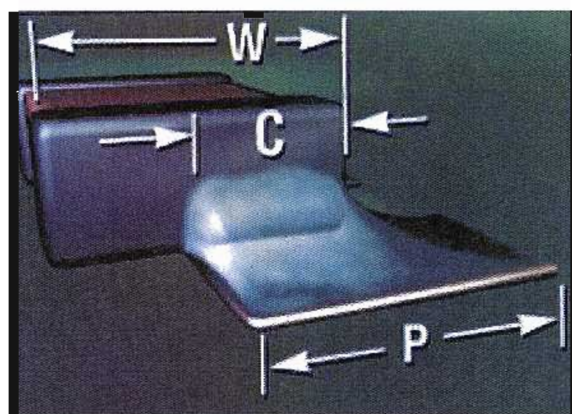



Рисунок 8-19

**Приемка – класс 1,2**

*Ширина галтели припоя с торца (С) равняется минимум 50% ширины контактной поверхности компонента (W) или 50% ширины контактной площадки (Р) (выбирается меньшее значение).

## 8.2.2.3 Чип-компоненты – Компоненты с прямоугольной или квадратной формой контактных поверхностей. Расположение контактных поверхностей с одной, трех или пяти сторон – Ширина галтели припоя с торца (С) (продолжение)

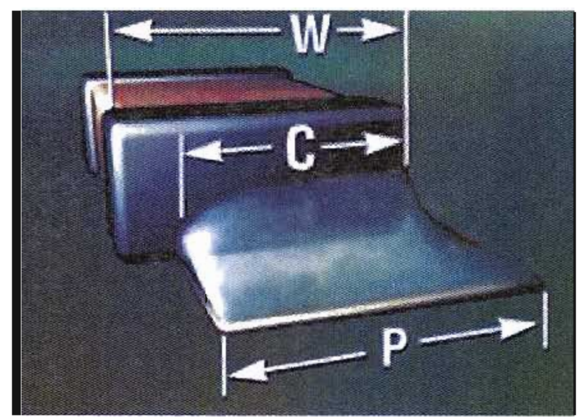
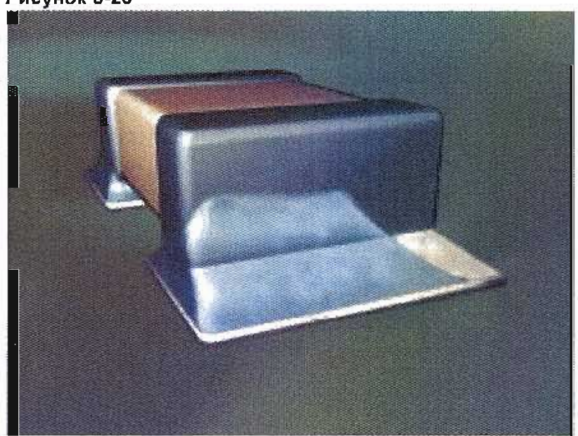




Рисунок 8-20

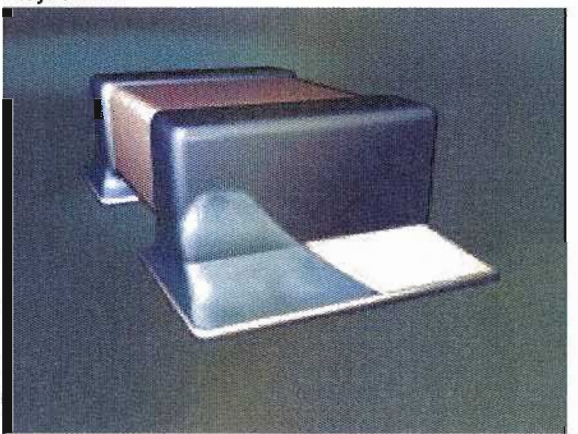
**Приемка – класс 3**

*Ширина галтели припоя с торца (С) равняется минимум 75% ширины контактной поверхности компонента (W) или 75% ширины контактной площадки (Р) (выбирается меньшее значение).


Рисунок 8-21

**Дефект: класс 1,2,3**

*Ширина галтели припоя с торца менее допустимой.


Рисунок 8-22

# 8.2.2.4 Чип-компоненты – Компоненты с прямоугольной или квадратной формой контактных поверхностей. Расположение контактных поверхностей с одной, трех или пяти сторон – Длина галтели припоя (D)

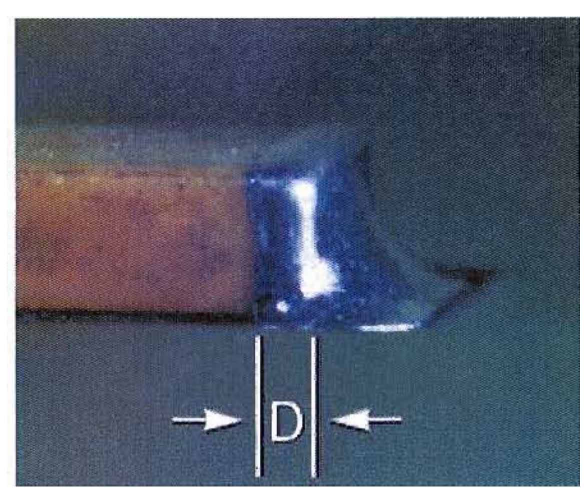



Рисунок 8-23

**Образец – класс 1,2,3**

*Длина галтели припоя равняется длине контактной поверхности компонента.

**Приемка – класс 1,2,3**

*Требования к длине галтели припоя не предъявляются. Галтель припоя должа быть хорошо видна.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Отсутствует галтель припоя.

## 8.2.2.5 Чип-компоненты – Компоненты с прямоугольной или квадратной формой контактных поверхностей. Расположение контактных поверхностей с одной, трех или пяти сторон – Максимальная высота галтели припоя (E)



Рисунок 8-24

**Образец – класс 1,2,3**

*Максимальная высота галтели припоя равняется сумме толщины припоя и высоты контактной поверхности компонента.

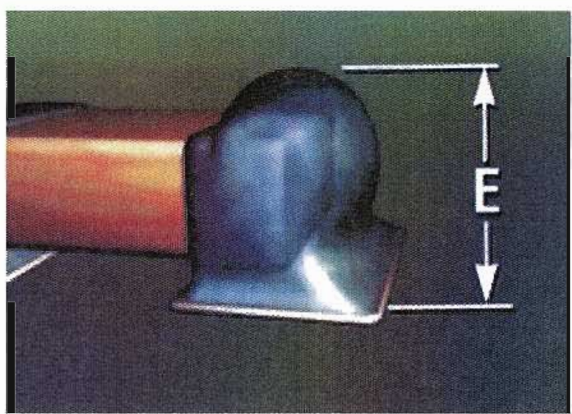



Рисунок 8-25

**Приемка – класс 1,2,3**

*Максимальная высота галтели припоя (E) может выходить за пределы контактной площадки и\или заходить на верхний торец металлизированной контактной поверхности компонента, но касание корпуса компонента припоем не допускается.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Припой касается верхней плоскости корпуса компонента.

## 8.2.2.6 Чип-компоненты – Компоненты с прямоугольной или квадратной формой контактных поверхностей. Расположение контактных поверхностей с одной, трех или пяти сторон – Минимальная высота галтели припоя (F)

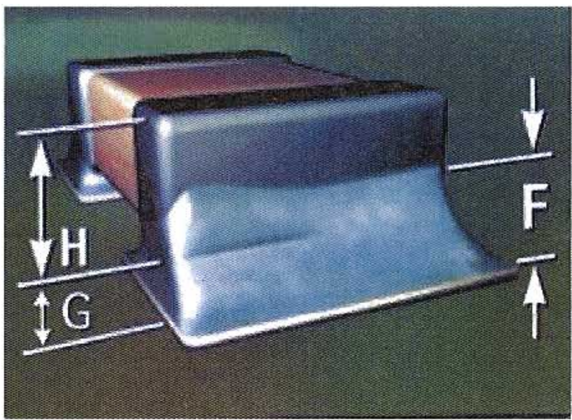



Рисунок 8-26

**Приемка – класс 1,2**

*Галтель припоя должна быть хорошо видна на вертикальных контактных поверхностях компонентов.

**Приемка – класс 3**

*Минимальная высота галтели припоя (F) равняется сумме толщине припоя (G) и 25% высоты контактной поверхности компонента (H), или 0,5 мм (0,02 дюйма) (выбирается меньшее значение).

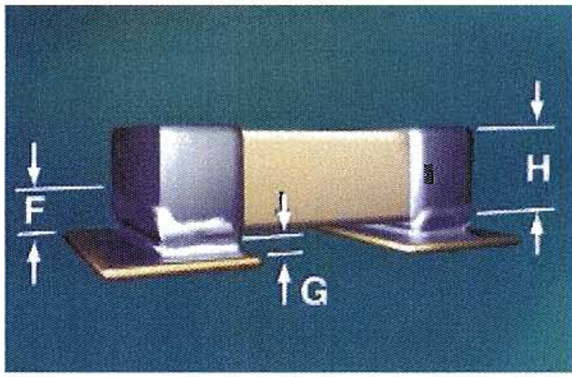



Рисунок 8-27

**Дефект: класс 1,2**

*Галтель припоя не видна на контактных поверхностях компонентов.

**Дефект: класс 3**

*Минимальная высота галтели припоя (F) менее суммы толщины припоя (G) и 25% высоты контактной поверхности компонента (H), или менее суммы толщины припоя (G) и 0,5 мм (0,02 дюйма) (выбирается меньшее значение).

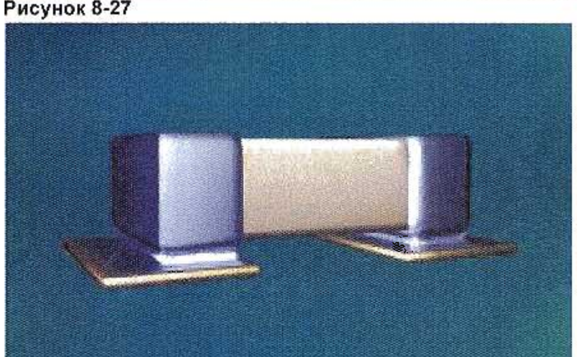


Рисунок 8-28

**Дефект: класс 1,2,3**

*Недостаточное количество припоя.

*Галтель припоя не видна.

## 8.2.2.7 Чип-компоненты – Компоненты с прямоугольной или квадратной формой контактных поверхностей. Расположение контактных поверхностей с одной, трех или пяти сторон – Толщина припоя (G).

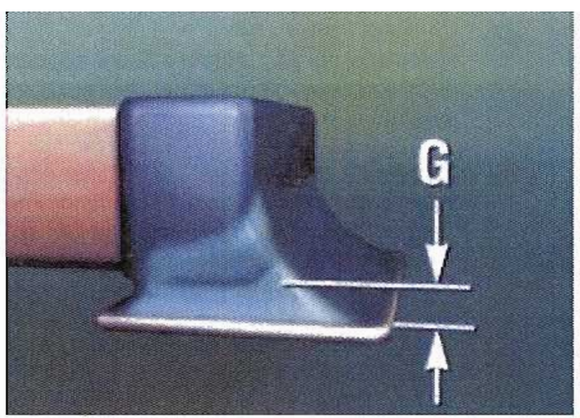



**Рисунок 8-29**

**Приемка – класс 1,2,3**
*Галтель припоя хорошо различима.

**Дефект: класс 1,2,3**
*Отсутствие галтели припоя.

## 8.2.2.8 Чип-компоненты – Компоненты с прямоугольной или квадратной формой контактных поверхностей. Расположение контактных поверхностей с одной, трех или пяти сторон - Перекрытие контактной поверхностью компонента контактной площадки (J)

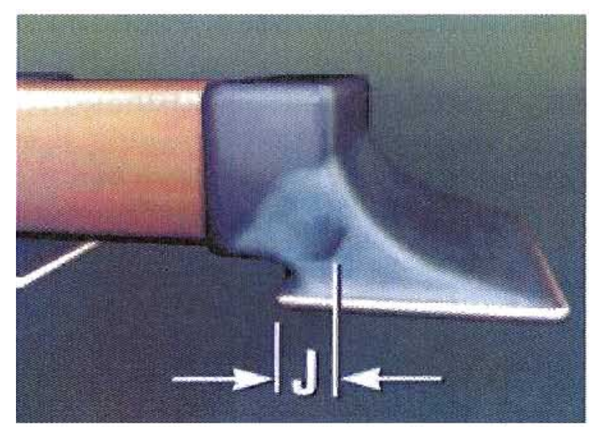


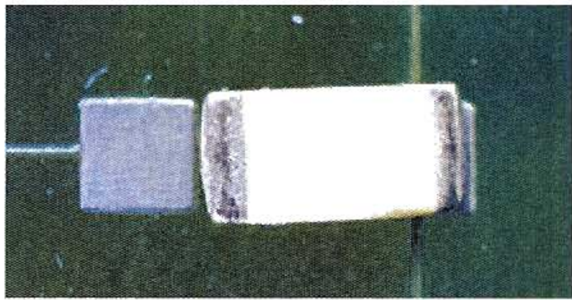


Рисунок 8-30

**Приемка – класс 1,2,3**

*Требуется отчетливо видимое перекрытие (J) контактной площадки контактной поверхностью компонента.


Рисунок 8-31


Рисунок 8-32

**Дефект: класс 1,2,3**

*Недостаточное перекрытие.

## 8.2.2.9 Чип-компоненты – Компоненты с прямоугольной или квадратной формой контактных поверхностей. Расположение контактных поверхностей с одной, трех или пяти сторон – Варианты установки компонентов

### 8.2.2.9.1 Чип-компоненты – Компоненты с прямоугольной или квадратной формой контактных поверхностей. Расположение контактных поверхностей с одной, трех или пяти сторон – Варианты установки компонентов - Боковой монтаж компонентов (на торец)

Данный раздел предъявляет требования для чип-компонентов, которые могут быть перевернуты на бок (на торец) в процессе установки.

Приведенные в данном разделе требования могут не выполняться для высокочастотных устройств и изделий, подверженных сильным вибрациям в процессе работы.

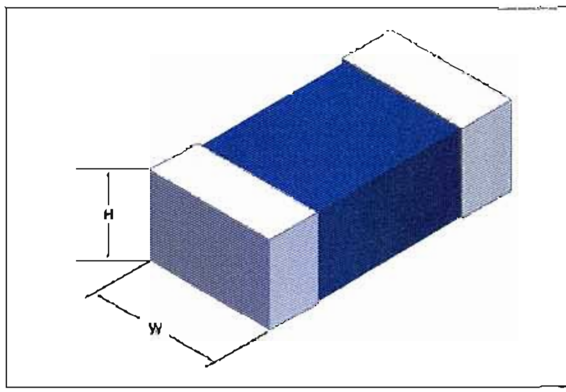



**Рисунок 8-33**

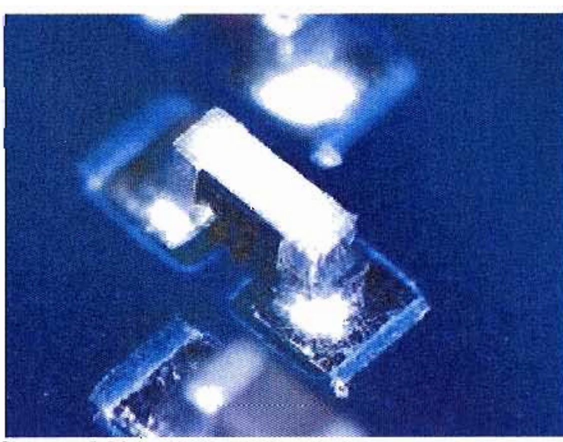


**Рисунок 8-34**

**Приемка – класс 1,2,3**

*Отношение ширины (W) к высоте (H) не должно превышать 2:1, см. рисунок 8-33.

*Полная смачиваемость контактной площадки и металлизированного покрытия контактной поверхности компонента в месте образования паяного соединения.

*100% перекрытие контактной поверхностью вывода компонента контактной площадки.

*Число металлизированных контактных поверхностей на торцах компонента 3 или более.

*Галтель припоя четко видна на трех вертикальных плоскостях контактных поверхностей компонента.

**Приемка – класс 1,2**

*Размер компонента может быть больше, чем 1206.

# 8.2.2.9.1 Чип-компоненты – Компоненты с прямоугольной или квадратной формой контактных поверхностей. Расположение контактных поверхностей с одной, трех или пяти сторон – Варианты установки компонентов - Боковой монтаж компонентов (на торец) (продолжение)

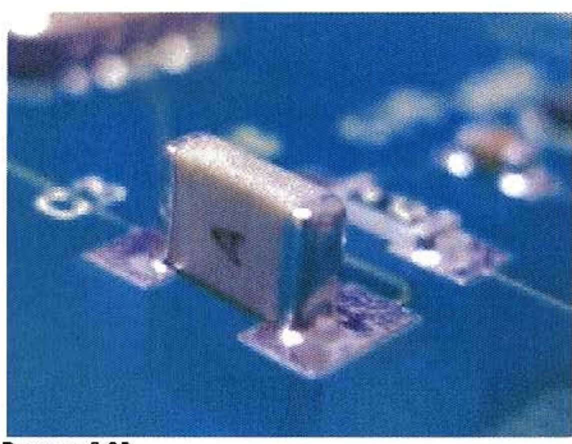


Рисунок 8-35

**Дефект: класс 1,2,3**

*Отношение ширины компонента (W) к его высоте (H) превышает 2:1.

*Неполная смачиваемость контактной площадки или металлизированного покрытия контактной поверхности компонента в области образования паяного соединения.

*Менее чем 100% перекрытие контактной поверхностью вывода компонента контактной площадки.

*Компонент выступает за края контактной площадки.

*Число металлизированных контактных поверхностей на торцах компонента менее трех.

**Дефект: класс 3**

*Размер компонента больше, чем 1206.

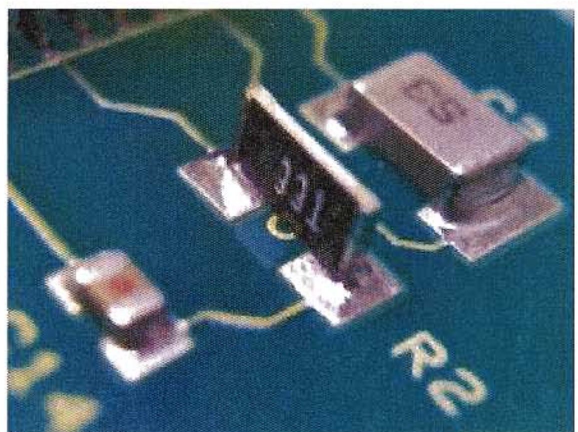



Рисунок 8-36

## 8.2.2.9.2 Чип-компоненты – Компоненты с прямоугольной или квадратной формой контактных поверхностей. Расположение контактных поверхностей с одной, трех или пяти сторон – Варианты установки компонентов – Монтаж перевернутых компонентов

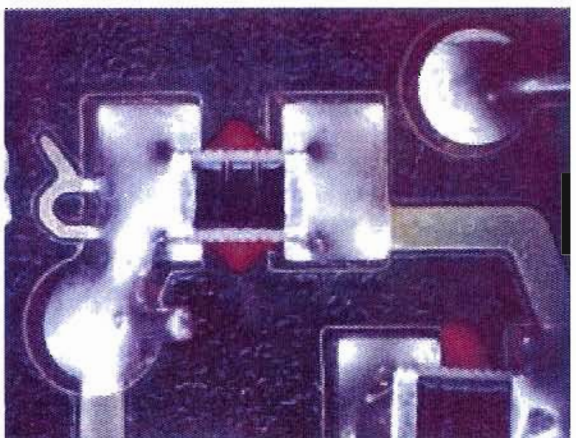


Рисунок 8-37

**Образец – класс 1,2,3**

*Монтаж чип-компонента с толстопленочным (резистивным) электрическим элементом лицевой частью вверх.




Рисунок 8-38

**Приемка – класс 1**

**Индикатор процесса – класс 2,3**

*Монтаж чип-компонента с толстопленочным (резистивным) электрическим элементом лицевой частью вниз.

## 8.2.2.9.3 Чип-компоненты – Компоненты с прямоугольной или квадратной формой контактных поверхностей. Расположение контактных поверхностей с одной, трех или пяти сторон – Варианты установки компонентов – Вертикальный монтаж

Данные требования применяются когда необходимо обеспечить вертикальный монтаж компонентов ("штабелем" – примечание переводчика).

При вертикальном монтаже компонентов верхняя металлизированная контактная поверхность нижнего компонента становится контактной площадкой для верхнего компонента.

Порядок вертикального монтажа смешанных типов компонентов, например, чип-конденсаторов и чип-резисторов, должен быть предусмотрен конструкцией изделия.




**Рисунок 8-39**

**Приемка – класс 1,2,3**

*Допускается вертикальный монтаж компонентов в случаях, предусмотренных сборочным чертежом.

*Все компоненты должны соответствовать требованиям таблицы 8-2, пункты B-W для применения в изделиях соответствующих классов.

*Боковые смещения не препятствуют формированию требуемых галтелей припоя.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Вертикальный монтаж компонентов произведен в случаях, не предусмотренных сборочным чертежом.

*Все компоненты не соответствуют требованиям таблицы 8-2, пункты B-W для применения в изделиях соответствующих классов

*Боковые смещения препятствуют формированию требуемых галтелей припоя.

## 8.2.2.9.4 Чип-компоненты – Компоненты с прямоугольной или квадратной формой контактных поверхностей. Расположение контактных поверхностей с одной, трех или пяти сторон – Варианты установки компонентов – Эффект «надгробного камня»

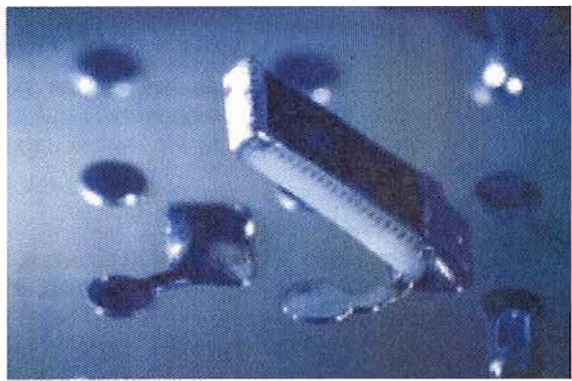



Рисунок 8-40

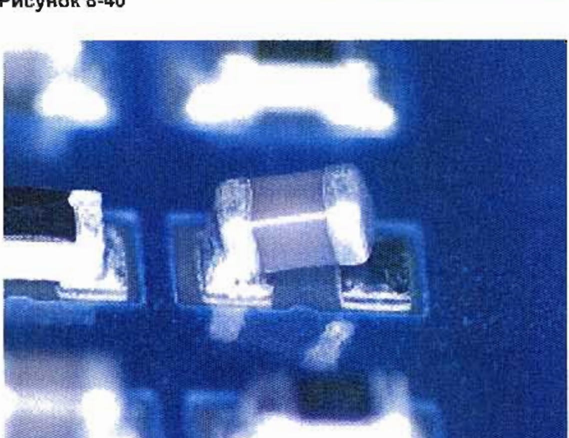


Рисунок 8-41

**Дефект: класс 1,2,3**

*Контактная поверхность чип-компонента поднимается над контактной площадкой (эффект «надгробного камня»).

## 8.2.3 Компоненты в корпусах с цилиндрическими контактными поверхностями (MELF)

Паяные соединения MELF компонентов должны соответствовать габаритным требованиям и требованиям к галтели припоя, перечисленным ниже для каждого класса изделий.

**Таблица 8-3 Требования к установочным размерам – Компоненты в корпусах MELF**

| Характеристика | Габарит | Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 |
|---|---|---|---|---|
| Максимальное боковое смещение | A | 25% от величины (W) или 25% от величины (P). Выбирается наименьшая величина; Примечание 1 | | |
| Торцевое смещение | B | Не допускается | | |
| Минимальная ширина галтели припоя с торца, Примечание 2 | C | Примечание 4 | 50% от величины (W) или 50% от величины (P). Выбирается наименьшая величина. | |
| Минимальная длина галтели припоя | D | Примечание 4,6 | 50% от (R) или 50% от (S). Выбирается наименьшая величина; Примечание 6 | 75% от (R) или 75% от (S). Выбирается наименьшая величина; Примечание 6 |
| Максимальная высота галтели припоя | E | Примечание 5 | | |
| Минимальная высота галтели припоя | F | Примечание 4 | | (G) + 25%(W) или (G) + 1.0мм (0.0394 дюйма). Выбирается наименьшая величина |
| Толщина припоя | G | Примечание 4 | | |
| Минимальное перекрытие контактной поверхностью компонента контактной площадки | J | Примечание 4,6 | 50% от величины (R) Примечание 6 | 75% от величины (R) Примечание 6 |
| Ширина контактной площадки | P | Примечание 3 | | |
| Длина контактной поверхности компонента | R | Примечание 3 | | |
| Длина контактной площадки | S | Примечание 3 | | |
| Диаметр контактной поверхности компонента | W | Примечание 3 | | |

**Примечание 1.** При условии, что не нарушается величина минимального электрического зазора.
**Примечание 2.** Величина (C) измеряется от самой узкой стороны галтели припоя.
**Примечание 3.** Неустановленная величина. Определяется конструкцией.
**Примечание 4.** Должна быть хорошо видна галтель припоя.
**Примечание 5.** Галтель максимальной величины может выступать за пределы контактной площадки и/или расширяться на верхний торец металлизированной контактной поверхности компонента, но касание корпуса компонента припоем не допускается.
**Примечание 6.** Не применяется к компонентам, имеющим только торцевые контактные поверхности.

## 8.2.3.1 Компоненты в корпусах с цилиндрическими контактными поверхностями (MELF) – Боковое смещение (A)

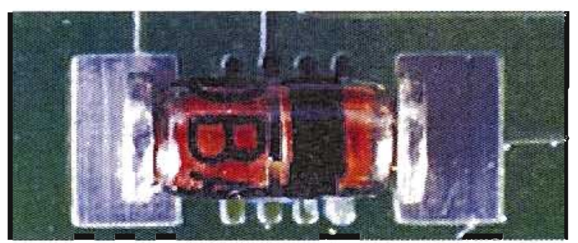


Рисунок 8-42

**Образец – класс 1,2,3**

*Отсутствие бокового смещения.

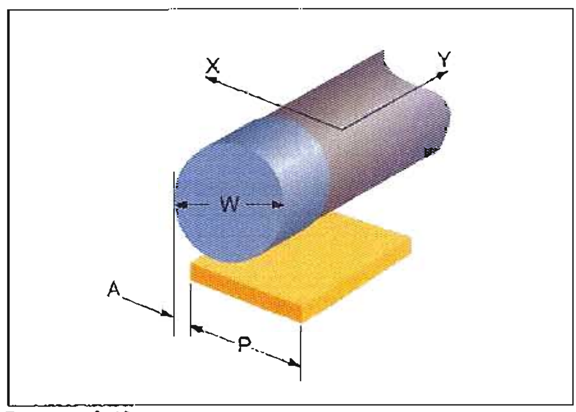



Рисунок 8-43

**Приемка – класс 1,2,3**

*Боковое смещение (A) менее или равно 25% диаметра компонента (W) или ширины контактной площадки (P) (выбирается меньшее значение).

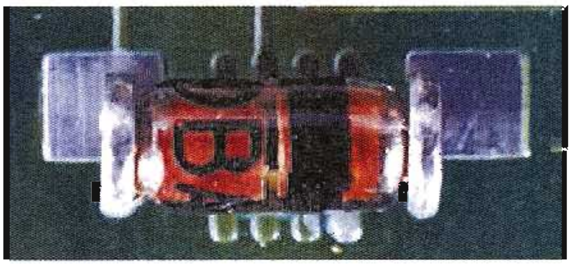


Рисунок 8-44

**Дефект: класс 1,2,3**

*Боковое смещение (A) больше 25% диаметра компонента (W) или ширины контактной площадки (P) (выбирается меньшее значение).

# 8.2.3.2 Компоненты в корпусах с цилиндрическими контактными поверхностями (MELF) – Торцевое смещение (B)

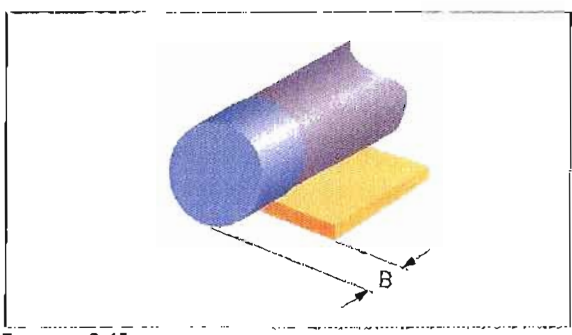



Рисунок 8-46

**Образец-класс 1,2,3**
*Отсутствие торцевого смещения (B).

**Дефект: класс 1,2,3**
*Наличие любого торцевого смещения (B).

# 8.2.3.3 Компоненты в корпусах с цилиндрическими контактными поверхностями (MELF) – Ширина галтели припоя с торца (С)

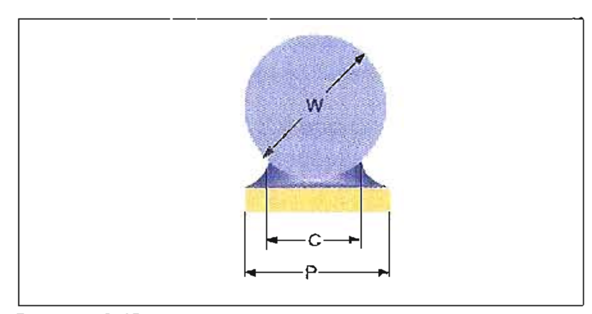


Рисунок 8-46


Рисунок 8-47


Рисунок 8-48

**Образец-класс 1,2,3**

*Ширина галтели припоя с торца равна или превышает диаметр компонента (W) или ширину контактной площадки (P) (выбирается меньше значение).

**Приемка – класс 1**

*Галтель припоя должна быть хорошо видна.

**Приемка – класс 2,3**

*Ширина галтели припоя с торца (С) равняется минимум 50% диаметра компонента (W) или ширине контактной площадки (P) (выбирается меньшее значение).


Рисунок 8-49

**Дефект: класс 1**

*Недостаточное количество припоя.

**Дефект: класс 2,3**

*Ширина галтели припоя с торца (С) меньше 50% диаметра компонента (W) или ширины контактной площадки (выбирается меньшее значение).

# 8.2.3.4 Компоненты в корпусах с цилиндрическими контактными поверхностями (MELF) – Длина галтели припоя (D)

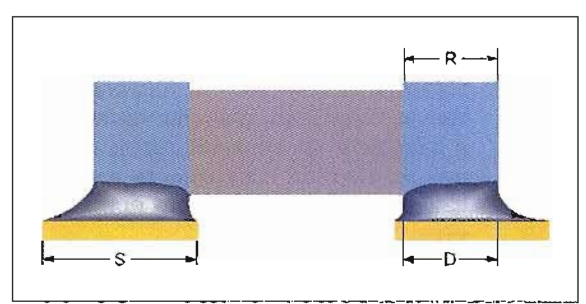


Рисунок 8-50


Рисунок 8-51

**Образец – класс 1,2,3**
*Длина галтели припоя (D) равняется длине контактной поверхности компонента (R) или длине контактной площадки (S) (выбирается меньшее значение).

**Приемка – класс 1**
*Надлежащее смачивание припоем контактной поверхности компонента.

**Приемка – класс 2**
*Длина галтели припоя (D) равняется минимум 50% длины контактной поверхности компонента (R) или длине контактной площадки (S) (выбирается меньшее значение).

**Приемка – класс 3**
*Длина галтели припоя (D) равняется минимум 75% длины контактной поверхности компонента (R) или длине контактной площадки (S) (выбирается меньшее значение).

**Дефект: класс 1**
*Отсутствие надлежащего смачивания контактной поверхности компонента.

**Дефект: класс 2**
*Длина галтели припоя (D) меньше 50% длины контактной поверхности компонента (R) или длины контактной площадки (S) (выбирается меньшее значение).

**Дефект: класс 3**
*Длина галтели припоя (D) меньше 75% длины контактной поверхности компонента (R) или длины контактной площадки (S) (выбирается меньшее значение).

## 8.2.3.5 Компоненты в корпусах с цилиндрическими контактными поверхностями (MELF) – Максимальная высота галтели припоя (E)

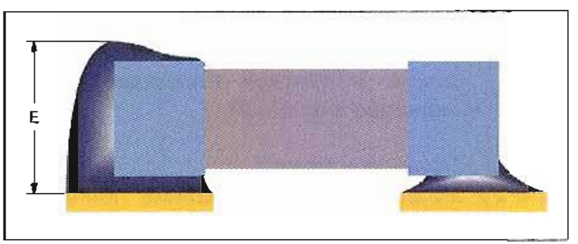
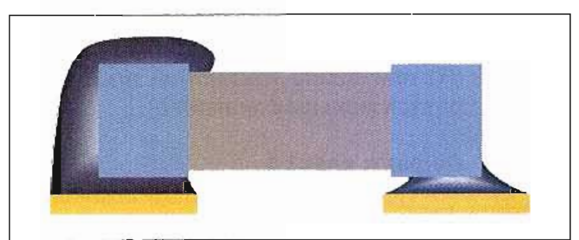


Рисунок 8-52

**Приемка – класс 1,2,3**

*Максимальная высота галтели припоя (E) может выходить за пределы контактной площадки и заходить на верхний торец металлизированной контактной поверхности компонента, но касание корпуса компонента припоем не допускается.


Рисунок 8-53

**Дефект: класс 1,2,3**

*Припой касается корпуса компонента.

## 8.2.3.6 Компоненты в корпусах с цилиндрическими контактными поверхностями (MELF) – Минимальная высота галтели припоя (F)

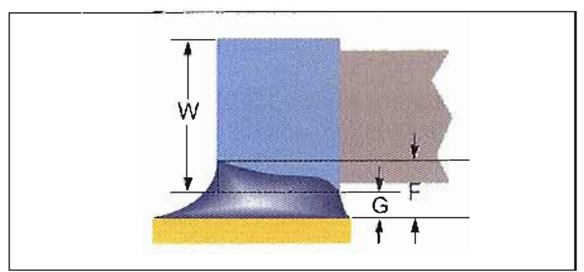



Рисунок 8-54

**Приемка – класс 1,2**

*Галтель припоя должна быть хорошо видна.

**Приемка – класс 3**

*Минимальная высота галтели припоя (F) равняется сумме толщины припоя (G) и 25% диаметра контактной поверхности компонента (W), или 1,0 мм (0,039 дюйма) (выбирается меньшее значение).

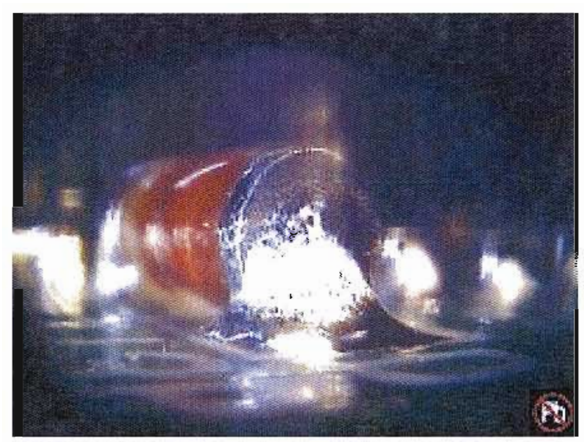


Рисунок 8-55

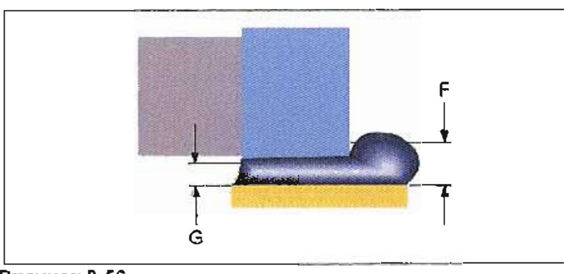



Рисунок 8-56

**Дефект: класс 1,2**

*Минимальная высота галтели припоя (F) не удовлетворяет минимальным требованиям к высоте галтели.

**Дефект: класс 3**

*Минимальная высота галтели припоя (F) меньше суммы толщины припоя (G) и 25% диаметра контактной поверхности компонента (W), или 1,0 мм (0,039 дюйма) (выбирается меньшее значение).

## 8.2.3.7 Компоненты в корпусах с цилиндрическими контактными поверхностями (MELF) – Толщина припоя (G)

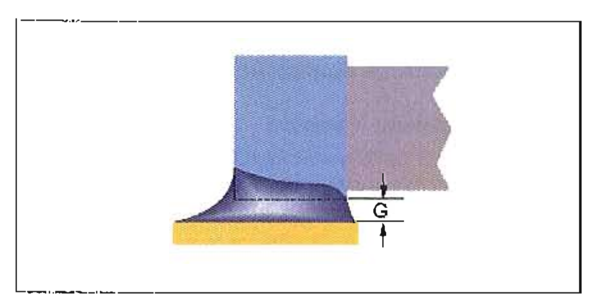



Рисунок 8-57

**Приемка – класс 1,2,3**
*Галтель припоя должна быть видна.

**Дефект: класс 1,2,3**
*Галтель припоя не видна.

# 8.2.3.8 Компоненты в корпусах с цилиндрическими контактными поверхностями (MELF) – Перекрытие контактной поверхностью компонента контактной площадки (J)

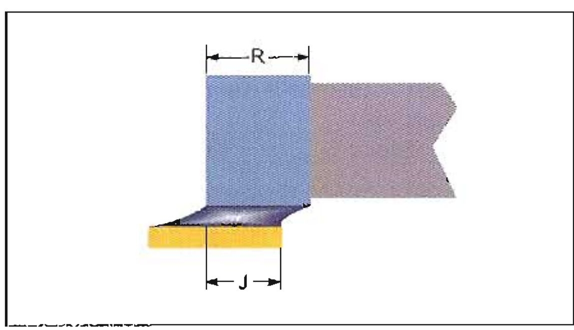



Рисунок 8-58

**Приемка – класс 1**
*Галтель припоя должна быть хорошо видна.

**Приемка – класс 2**
*Перекрытие контактной площадки контактной поверхностью вывода компонента (J) должно составлять минимум 50% длины контактной поверхности компонента (R).

**Приемка – класс 3**
*Перекрытие контактной площадки контактной поверхностью вывода компонента (J) должно составлять минимум 75% длины контактной поверхности компонента (R).

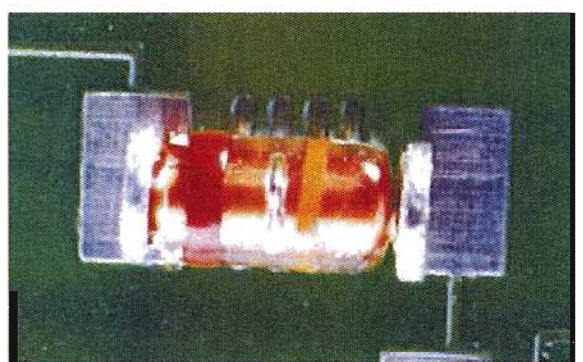


Рисунок 8-59

**Дефект: класс 1,2,3**
*Отсутствует перекрытие контактной площадки.

**Дефект: класс 2**
*Перекрытие контактной площадки контактной поверхностью вывода компонента (J) меньше 50% длины контактной поверхности компонента.

**Дефект: класс 3**
*Перекрытие контактной площадки контактной поверхностью вывода компонента (J) меньше 75% длины контактной поверхности компонента.

## 8.2.4 Компоненты с зубчатыми металлизированными торцами.

Паяные соединения компонентов с зубчатыми металлизированными торцами должны соответствовать габаритным требованиям и требованиям к галтели припоя, перечисленным ниже для каждого класса изделий. Галтель припоя может находиться в контакте с нижней поверхностью компонента.

**Таблица 8-4 Требования к установочным размерам – Компоненты с зубчатыми металлизированными торцами**

| Характеристика | Габарит | Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 |
|---|---|---|---|---|
| Максимальное боковое смещение | A | 50% от (W) Примечание 1 | | 25% от (W) Примечание1 |
| Торцевое смещение | B | Не допускается | | |
| Минимальная ширина галтели припоя с торца | C | 50% от (W) | | 75% от (W) |
| Минимальная длина галтели припоя, Примечание 4 | D | Примечание 3 | Высота металлизации | |
| Максимальная высота галтели припоя | E | G + H | | |
| Минимальная высота галтели припоя | F | Примечание 3 | (G) + 25% (H) | (G) + 50% (H) |
| Толщина припоя | G | Примечание 3 | | |
| Высота металлизации контактной поверхности | H | Примечание 2 | | |
| Длина контактной площадки выступающей за пределы корпуса компонента | S | Примечание 2 | | |
| Ширина металлизации контактной поверхности | W | Примечание 2 | | |

**Примечание 1.** при условии, что не нарушается величина минимального электрического зазора.
**Примечание 2.** Неустановленная величина. Определяется конструкцией.
**Примечание 3.** Должна быть хорошо видна галтель припоя.
**Примечание 4.** Минимальная длина галтели припоя «D» зависит от минимальной высоты галтели припоя «F».

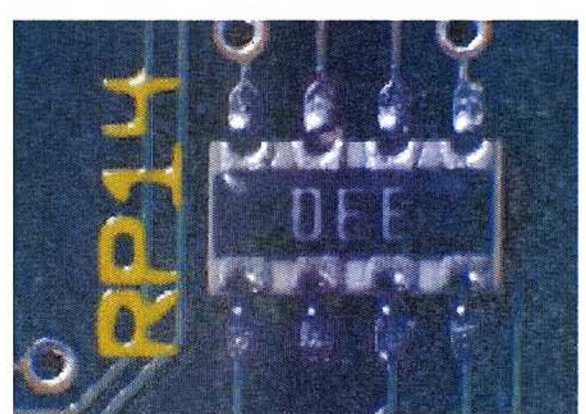


**Рисунок 8-60**

## 8.2.4.1 Компоненты с зубчатыми металлизированными торцами – Боковое смещение (А)

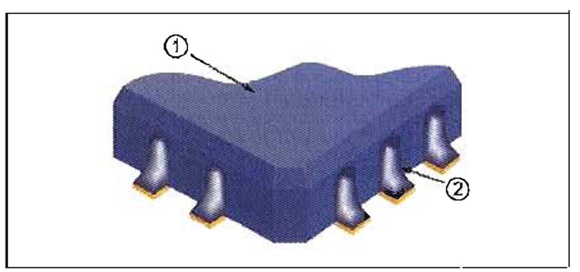



**Рисунок 8-61**

1. Компонент LCC
2. Металлизация контактной поверхности

**Образец-класс 1,2,3**

*Отсутствие бокового смещения.

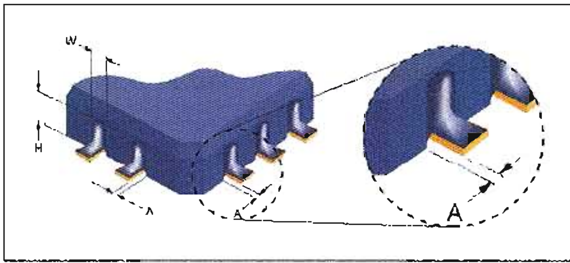



**Рисунок 8-62**

**Приемка – класс 1,2**

*Максимальное боковое смещение (А) составляет 50% ширины металлизации контактной поверхности (W).

**Приемка – класс 3**

*Максимальное боковое смещение (А) составляет 25% ширины металлизации контактной поверхности (W).

**Дефект: класс 1,2**

*Максимальное боковое смещение (А) превышает 50% ширины металлизации контактной поверхности (W).

**Дефект: класс 3**

*Максимальное боковое смещение (А) превышает 25% ширины металлизации контактной поверхности (W).

## 8.2.4.2 Компоненты с зубчатыми металлизированными торцами – Торцевое смещение (B)

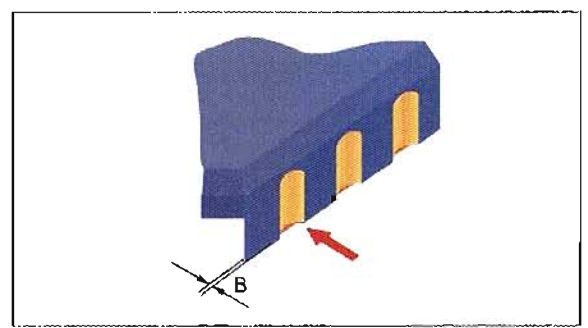



Рисунок 8-63

**Приемка – класс 1,2,3**
*Отсутствие торцевого смещения.

**Дефект: класс 1,2,3**
*Наличие торцевого смещения (B) любой величины.

## 8.2.4.3 Компоненты с зубчатыми металлизированными торцами – Ширина галтели припоя с торца (C)

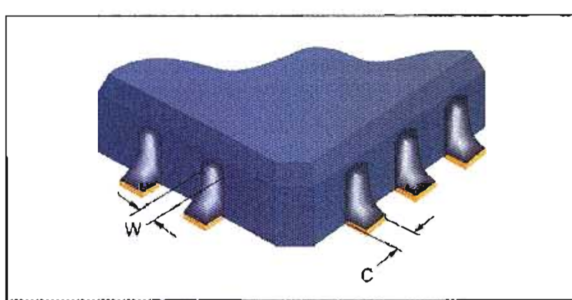



Рисунок 8-64

**Образец-класс 1,2,3**
*Ширина галтели припоя с торца (C) равняется ширине металлизации контактной поверхности (W).

**Приемка – класс 1,2**
*Минимальная ширина галтели припоя с торца (C) равняется 50% ширины металлизации контактной поверхности (W).

**Приемка – класс 3**
*Минимальная ширина галтели припоя с торца (C) равняется 75% ширины металлизации контактной поверхности (W).

**Дефект: класс 1,2**
*Ширина галтели припоя с торца (C) меньше 50% ширины металлизации контактной поверхности (W).

**Дефект: класс 3**
*Ширина галтели припоя с торца (C) менее 75% ширины металлизации контактной поверхности (W).

## 8.2.4.4 Компоненты с зубчатыми металлизированными торцами – Длина галтели припоя (D)

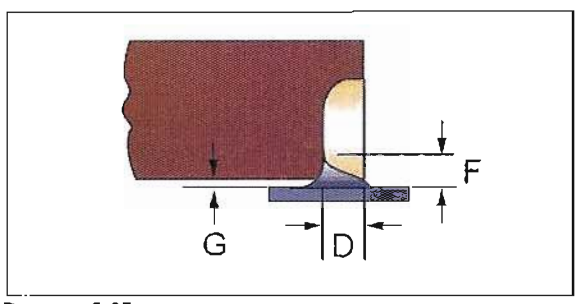



Рисунок 8-65

**Приемка – класс 1,2,3**

*Припой растекается от задней стенки металлизированного зубца под корпус компонента по контактной площадке или за пределы угла корпуса компонента

**Дефект: класс 1,2,3**

*Припой не растекается от задней стенки металлизированного зубца под корпус компонента по контактной площадке или за пределы угла корпуса компонента

## 8.2.4.5 Компоненты с зубчатыми металлизированными торцами – Максимальная высота галтели припоя (E)

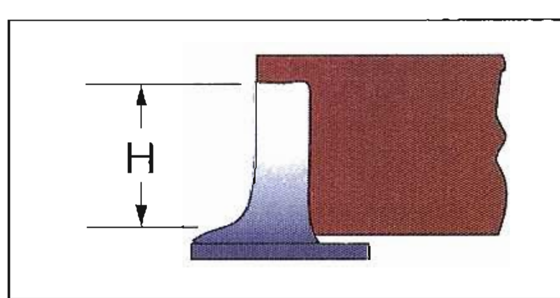



Рисунок 8-66

**Приемка – класс 1,2,3**

*Галтель припоя охватывает всю поверхность металлизации вывода компонента.

**Примечание:**

*Большая высота галтели припоя не является дефектом.

## 8.2.4.6 Компоненты с зубчатыми металлизированными торцами – Минимальная высота галтели припоя (F)

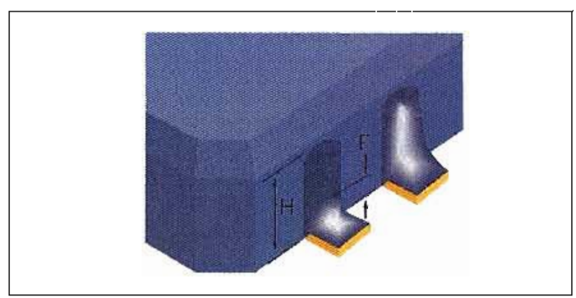



Рисунок 8-67

**Приемка – класс 1**
*Галтель припоя должна быть хорошо видна.

**Приемка – класс 2**
*Минимальная высота галтели припоя (F) равняется сумме толщины припоя (G) (не показано) и 25% высоты металлизации контактной поверхности (H).

**Приемка – класс 3**
*Минимальная высота галтели припоя (F) равняется сумме толщины припоя (G) (не показано) и 50% высоты металлизации контактной поверхности (H).

**Дефект: класс 1**
*Недостаточное количество припоя.

**Дефект: класс 2**
*Минимальная высота галтели припоя (F) меньше суммы толщины припоя (G) (не показано) и 25% высоты металлизации контактной поверхности (H).

**Дефект: класс 3**
*Минимальная высота галтели припоя (F) меньше суммы толщины припоя (G) (не показано) и 50% высоты металлизации контактной поверхности (H).

## 8.2.4.7 Компоненты с зубчатыми металлизированными торцами – Толщина припоя (G)

**Приемка – класс 1,2,3**
*Галтель припоя должна быть хорошо видна.

**Дефект: класс 1,2,3**
*Галтель припоя не видна.

## 8.2.5 Плоские выводы, L-образные и в форме «крыла чайки»

**Таблица 8-5 Требования к установочным размерам – Плоские выводы, L-образные и в форме «крыла чайки».**

<table>
<tr><th colspan="2">Характеристика</th><th>Габарит</th><th>Класс 1</th><th>Класс 2</th><th>Класс 3</th></tr>
<tr><td colspan="2">Максимальное боковое смещение</td><td>A</td><td colspan="2">50% от (W) или 0.5мм (0.02 дюйма), выбирается наименьшая величина. Примечание 1</td><td>25% от (W) или 0.5мм (0.02 дюйма), выбирается наименьшая величина. Примечание 1</td></tr>
<tr><td colspan="2">Максимальное торцевое смещение</td><td>B</td><td colspan="3">Примечание 1</td></tr>
<tr><td colspan="2">Минимальная ширина галтели припоя с торца</td><td>C</td><td colspan="2">50% от (W)</td><td>75% от (W)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Минимальная длина галтели припоя</td><td>(L) ≥ 3(W)</td><td rowspan="2">D</td><td rowspan="2">1(W) или 0.5мм (0.02 дюйма), выбирается наименьшая величина</td><td colspan="2">3(W) или 75% от (L), выбирается наибольшая величина</td></tr>
<tr><td>(L) < 3(W)</td><td colspan="2">100% (L)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Максимальная высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента</td><td>E</td><td colspan="3">Примечание 4</td></tr>
<tr><td colspan="2">Минимальная высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента</td><td>F</td><td>Примечание 3</td><td>(G) + 50%(T) Примечание 5</td><td>(G) + (T) Примечание 5</td></tr>
<tr><td colspan="2">Толщина припоя</td><td>G</td><td colspan="3">Примечание 3</td></tr>
<tr><td colspan="2">Длина вывода компонента, измеряемая от торца до середины дуги изгиба вывода</td><td>L</td><td colspan="3">Примечание 2</td></tr>
<tr><td colspan="2">Толщина вывода</td><td>T</td><td colspan="3">Примечание 2</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ширина вывода</td><td>W</td><td colspan="3">Примечание 2</td></tr>
</table>

**Примечание 1.** При условии, что не нарушается величина минимального электрического зазора.
**Примечание 2.** Неустановленная величина. Определяется конструкцией.
**Примечание 3.** Должна быть хорошо видна галтель припоя.
**Примечание 4.** См. раздел 8.2.5.5
**Примечание 5.** Для компонентов с выводами расположенными торцами в низ (не показано) минимальная высота галтели припоя (F) достигает, по меньшей мере, середины изгиба вывода с внешней стороны.

## 8.2.5.1 Плоские выводы, L-образные и в форме «крыла чайки» – Боковой смещение (A)

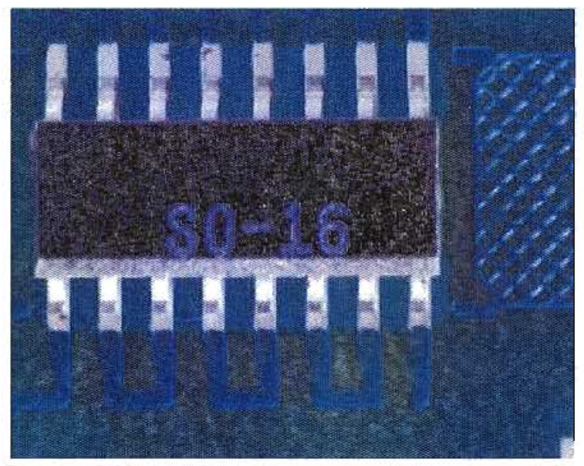
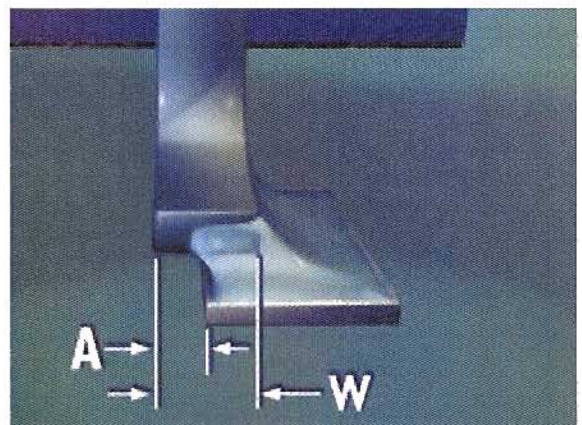



Рисунок 8-68

**Образец – класс 1,2,3**
*Отсутствие бокового смещения.

# 8.2.5.1 Плоские выводы, L-образные и в форме «крыла чайки» – Боковое смещение (A) (продолжение)



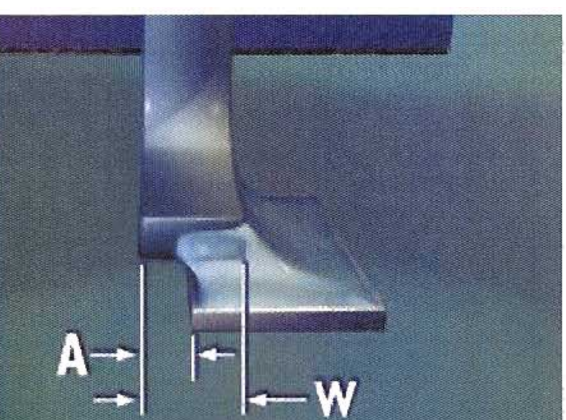


Рисунок 8-69

Рисунок 8-70

**Приемка – класс 1,2**

*Максимальное боковое смещение (A) не превышает 50% от ширины вывода (W) или 0,5 мм (0,02 дюйма) (выбирается меньшее значение).

# 8.2.5.1 Плоские выводы, L-образные и в форме «крыла чайки» – Боковое смещение (A) (продолжение)

**Приемка – класс 3**

*Максимальное боковое смещение (A) не превышает 25% ширины вывода (W) или 0,5 мм (0,02 дюйма) (выбирается меньшее значение).

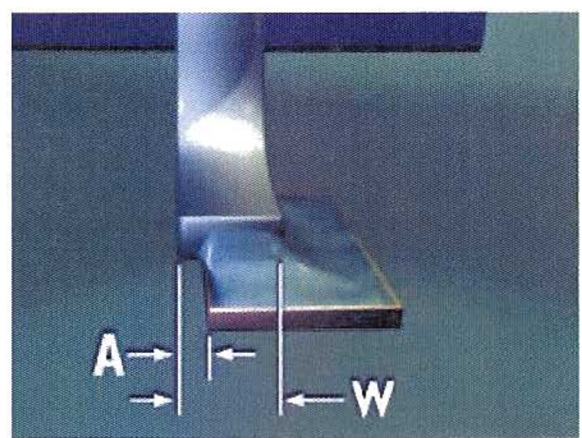



**Рисунок 8-71**

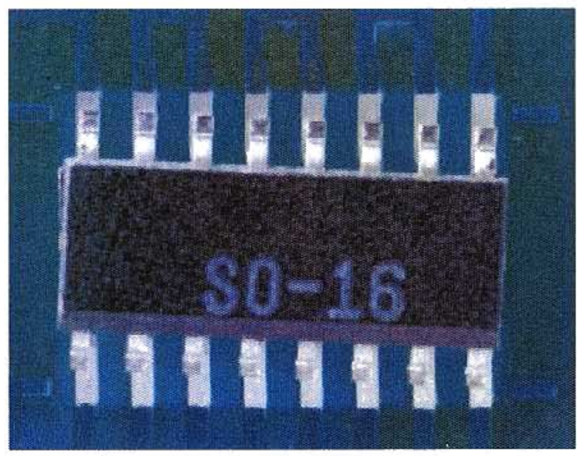



**Рисунок 8-72**

# 8.2.5.1 Плоские выводы, L-образные и в форме «крыла чайки» – Боковое смещение (A) (продолжение)

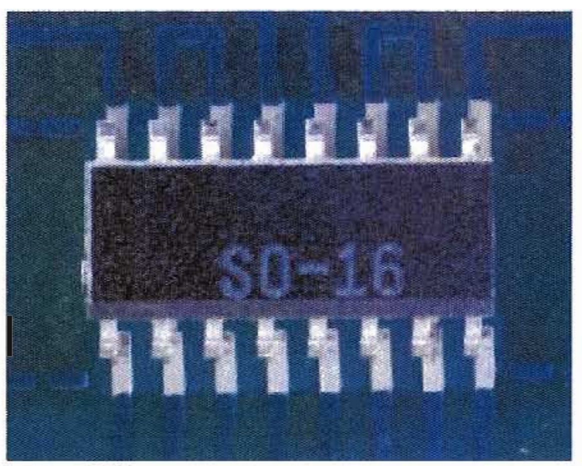



Рисунок 8-73

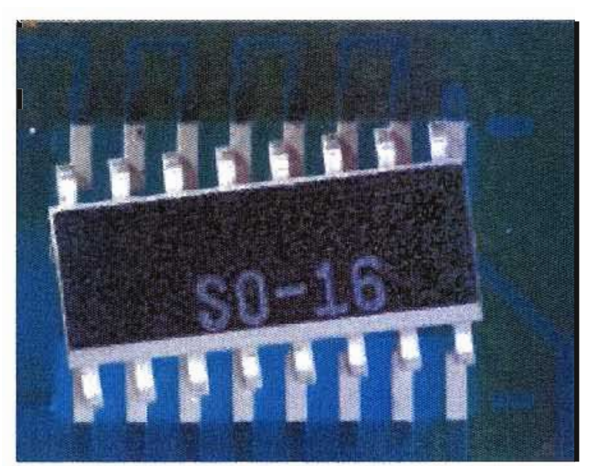



Рисунок 8-74

**Дефект: класс 1,2**

*Максимальное боковое смещение (A) превышает 50% от ширины вывода (W) или 0,5 мм (0,02 дюйма) (выбирается меньшее значение).

**Дефект: класс 3**

*Максимальное боковое смещение (A) превышает 25% от ширины вывода (W) или 0,5 мм (0,02 дюйма) (выбирается меньшее значение).

## 8.2.5.2 Плоские выводы, L-образные и в форме «крыла чайки» – Торцевое смещение (B)

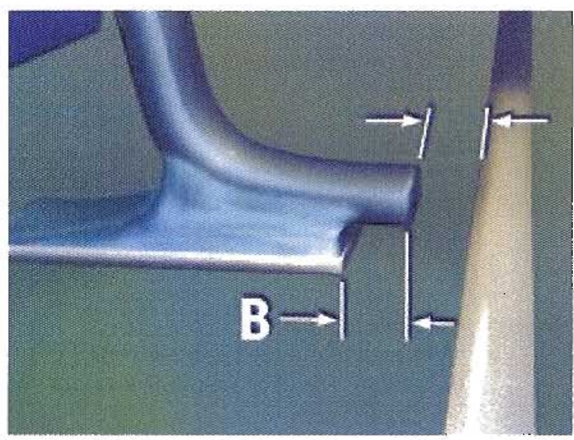



Рисунок 8-75

**Приемка – класс 1,2,3**

*Торцевое смещение не нарушает величины минимального электрического зазора.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Торцевое смещение нарушает минимальный электрический зазор.

# 8.2.5.3 Плоские выводы, L-образные и в форме «крыла чайки» – Минимальная ширина галтели припоя с торца (C)



Рисунок 8-76

**Образец – класс 1,2,3**

*Ширина галтели припоя с торца равняется или превосходит ширину вывода.

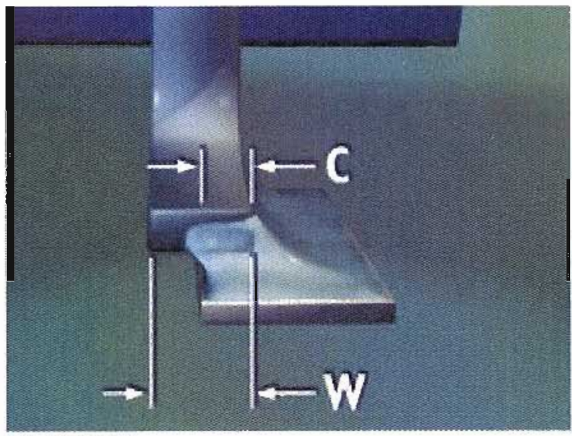



Рисунок 8-77

**Приемка – класс 1,2**

*Минимальная ширина галтели припоя с торца (C) равняется 50% ширины вывода (W).

## 8.2.5.3 Плоские выводы, L-образные и в форме «крыла чайки» – Минимальная ширина галтели припоя с торца (С) (продолжение)

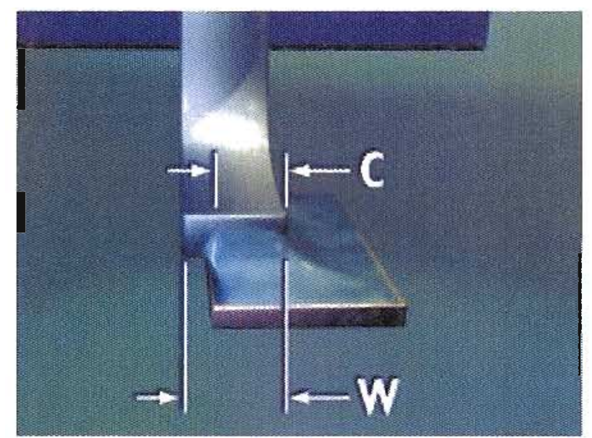



Рисунок 8-78

**Приемка – класс 3**

*Минимальная ширина галтели припоя с торца (С) равняется 75% ширины вывода (W).

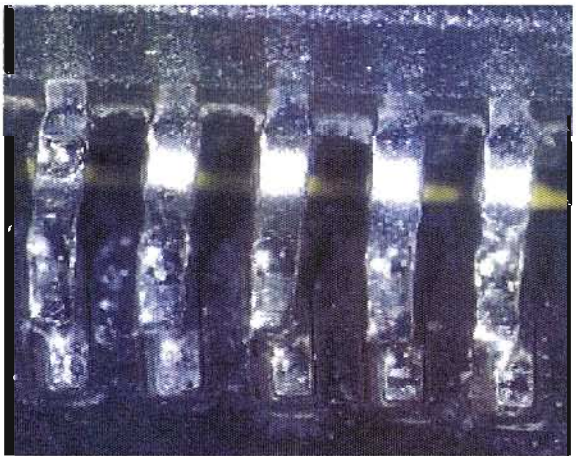


Рисунок 8-79

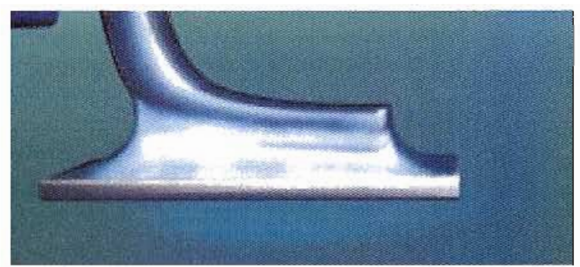
**Дефект: класс 1,2**

*Минимальная ширина галтели припоя с торца (С) меньше 50% ширины вывода (W).

**Дефект: класс 3**

*Минимальная ширина галтели припоя с торца (С) меньше 75% ширины вывода (W).

# 8.2.5.4 Плоские выводы, L-образные и в форме «крыла чайки» – Минимальная длина галтели припоя (D)



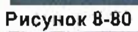

Рисунок 8-80



Рисунок 8-81



Рисунок 8-82

**Образец – класс 1,2,3**

*Хорошее смачивание вывода припоем по всей длине вывода.

# 8.2.5.4 Плоские выводы, L-образные и в форме «крыла чайки» – Минимальная длина галтели припоя (D) (продолжение)

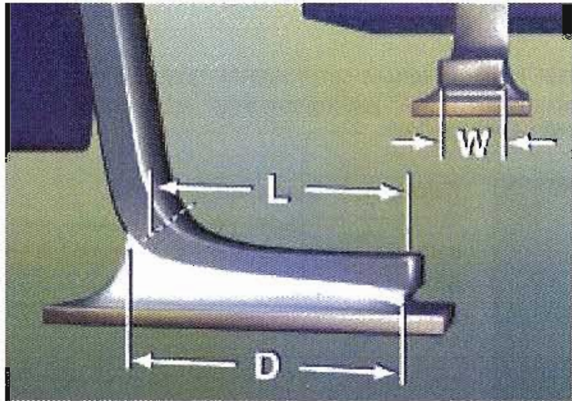


Рисунок 8-83

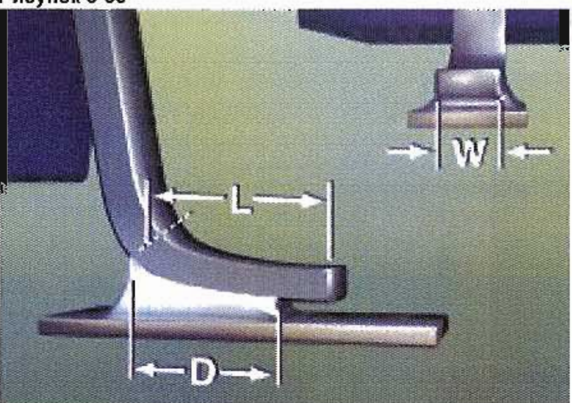


Рисунок 8-84

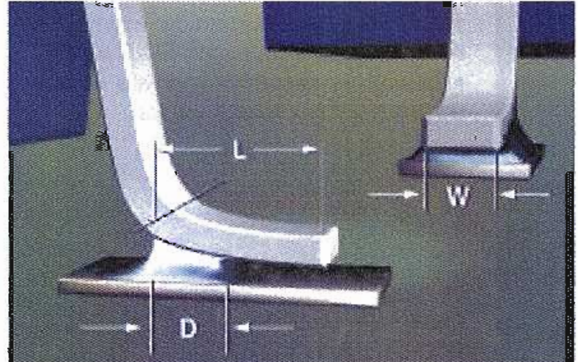


Рисунок 8-85

**Приемка – класс 1**

*Минимальная длина галтели припоя (D) равняется ширине вывода (W) или 0,5 мм (0,02 дюйма) (выбирается меньшее значение) (не показано).

**Приемка – класс 2,3**

*При длине вывода (L) (измеряемой от торца до середины дуги изгиба вывода) более 3(W), минимальная длина галтели припоя (D) равна или больше, чем 3(W), Рисунок 8-83.

*При длине вывода (L) (измеряемой от торца до середины дуги изгиба вывода) менее 3(W) минимальная длина галтели припоя (D) составляет, по меньшей мере, 75% длины вывода (L), Рисунок 8-84.

**Дефект: класс 1**

*Минимальная длина галтели припоя (D) меньше ширины вывода (W) или 0,5 мм (0,02 дюйма) (выбирается меньшее значение).

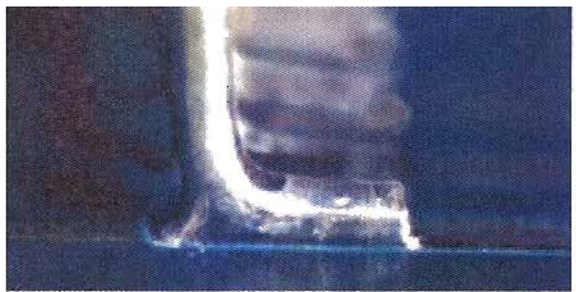
**Дефект: класс 2,3**

*При длине вывода (L) (измеряемой от торца до середины дуги изгиба вывода) более 3(W), минимальная длина галтели припоя меньше, чем 3(W).

*При длине вывода (L) (измеряемой от торца до середины дуги изгиба вывода) менее чем 3(W), минимальная длина галтели припоя (D) составляет меньше, чем 75% от величины (L).

# 8.2.5.5 Плоские выводы, L-образные и в форме «крыла чайки» – Максимальная высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента (E)

В приведенных ниже требованиях термины «пластиковый компонент» используются для определения различий между пластиковыми компонентами и компонентами, выполненными из других материалов, например, керамика/алюминий или металл.


Рисунок 8-86

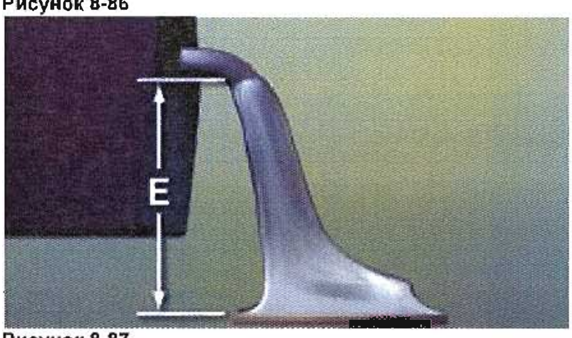
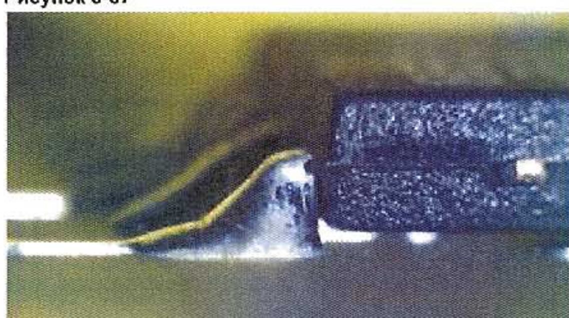


Рисунок 8-87

**Образец – класс 1,2,3**

*Высота галтели припоя превышает толщину вывода, но не захватывает верхний изгиб вывода.

*Припой не контактирует с корпусом компонента.


Рисунок 8-88

**Приемка – класс 1,2,3**

*Припой может касаться корпуса пластиковых компонентов в корпусах SOIC или SOT.

*Припой не касается корпуса керамических или металлических компонентов.


Рисунок 8-89

**Приемка – класс 1**
**Дефект: класс 2,3**

*Припой касается корпуса пластикового компонента, за исключением корпусов компонентов типа SOIC или SOT.

*Припой касается корпуса металлического или керамического компонента.

# 8.2.5.6 Плоские выводы, L-образные и в форме «крыла чайки» – Минимальная высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента (F)

**Образец – класс 1,2,3**

*Высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента больше суммы толщины припоя (G) и толщины вывода (T). Галтель припоя не заходит за изгиб вывода.

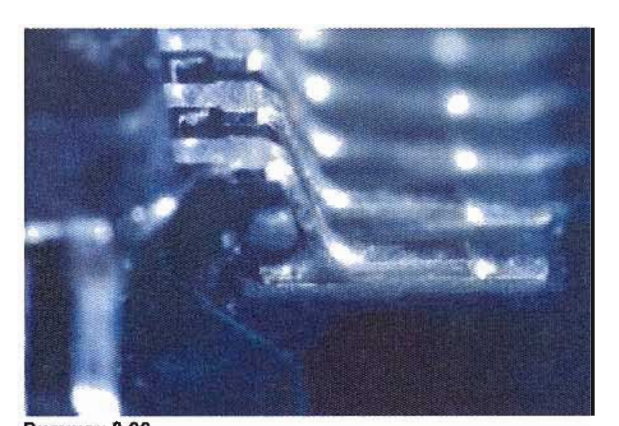


Рисунок 8-90

**Приемка – класс 1**

*Галтель припоя должна быть хорошо видна.

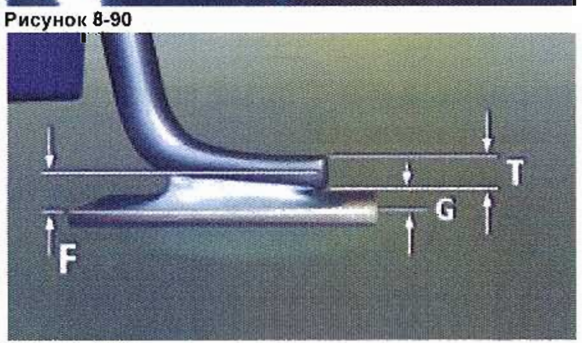



Рисунок 8-91

**Приемка – класс 2**

*Минимальная высота галтели припоя (F) равняется сумме толщины припоя (G) и 50% толщины вывода (T) со стороны галтели.

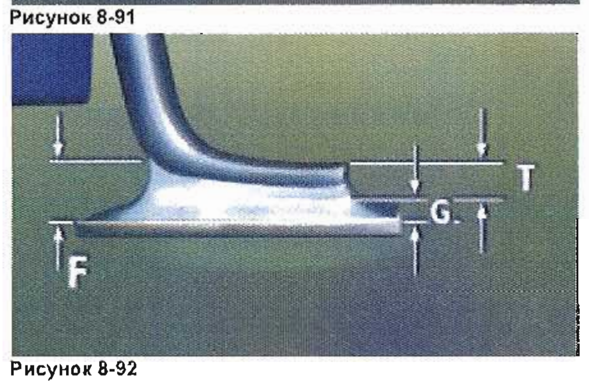



Рисунок 8-92

**Приемка – класс 3**

*Минимальная высота галтели припоя (F) равняется сумме толщины припоя (G) и толщины вывода (T) со стороны галтели.

**Приемка – класс 1,2,3**

*Для компонентов с выводами, расположенными торцами вниз (не показано), минимальная высота галтели припоя (F) достигает, по меньшей мере, середины изгиба вывода с внешней стороны.

## 8.2.5.6 Плоские выводы, L-образные и в форме «крыла чайки» – Минимальная высота галтели со стороны пяты вывода компонента (F) (продолжение)

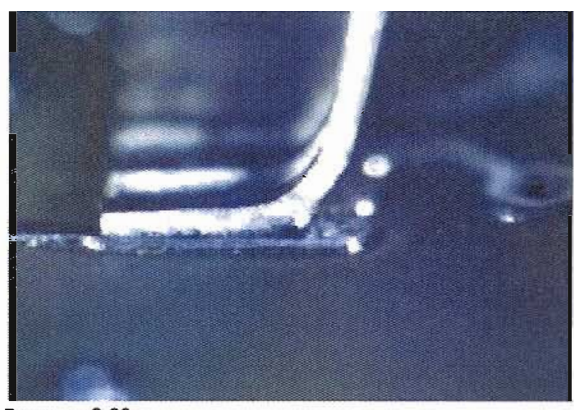


Рисунок 8-93

**Дефект: класс 1**
*Галтель припоя не видна.

**Дефект: класс 2**
*Минимальная высота галтели припоя (F) меньше суммы толщины припоя (G) и 50% толщины вывода (T) со стороны галтели.

**Дефект: класс 3**
*Минимальная высота галтели припоя (F) меньше суммы толщины припоя (G) и толщины вывода (T) со стороны галтели.

**Дефект: класс 1,2,3**
*Для компонентов с выводами расположенными торцами в низ (не показано) минимальная высота галтели припоя (F) не достигает, по меньшей мере, середины изгиба вывода с внешней стороны.

## 8.2.5.7 Плоские выводы, L-образные и в форме «крыла чайки» – Толщина припоя (G)

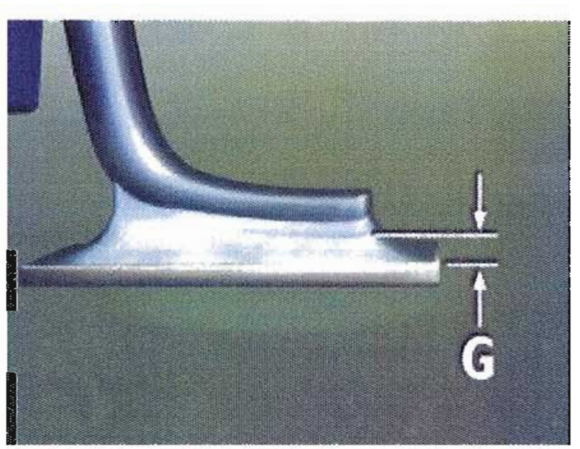



Рисунок 8-94

**Приемка – класс 1,2,3**
*Галтель припоя должна быть хорошо видна.

**Дефект: класс 1,2,3**
*Отсутствие галтели припоя.

# 8.2.5.8 Плоские выводы, L-образные и в форме «крыла чайки» – Копланарность выводов компонентов

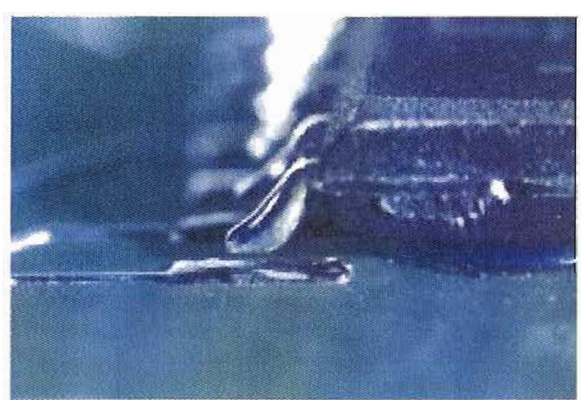


Рисунок 8-95

**Дефект: класс 1,2,3**

*Некопланарные (деформированные) выводы компонентов препятствуют образованию необходимого паяного соединения.

# 8.2.6 Круглые или сплющенные выводы

**Таблица 8-6 Требования к установочным размерам – Круглые или сплющенные выводы**

| Характеристика | Габарит | Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 |
|---|---|---|---|---|
| Максимальное боковое смещение | A | 50% от (W) или 0.5мм (0.02 дюйма), выбирается наименьшее значение; Примечание 1 | | 25% от (W) или 0.5мм (0.02 дюйма), выбирается наименьшее значение; Примечание 1 |
| Максимальное торцевое смещение | B | Примечание 1 | | |
| Минимальная ширина галтели припоя с торца | C | 50% от (W) | | 75% от (W) |
| Минимальная длина галтели припоя | D | 100% от (W) | | 150% от (W) |
| Максимальная высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента | E | Примечание 4 | | |
| Минимальная высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента | F | Примечание 3 | (G) + 50% от (T) Примечание 5 | (G) + (T) Примечание 5 |
| Толщина припоя | G | Примечание 3 | | |
| Длина вывода компонента, измеряемая от торца до середины дуги изгиба вывода | L | Примечание 2 | | |
| Минимальная высота галтели припоя сбоку | Q | Примечание 3 | G + 50% от (T) | |
| Толщина вывода со стороны галтели припоя | T | Примечание 2 | | |
| Ширина сплющенного вывода/диаметр круглого вывода | W | Примечание 2 | | |

**Примечание 1.** При условии, что не нарушается величина минимального электрического зазора.
**Примечание 2.** Неустановленная величина. Определяется конструкцией.
**Примечание 3.** Должна быть хорошо видна галтель припоя.
**Примечание 4.** См. раздел 8 2.6.5
**Примечание 5.** Для компонентов с выводами расположенными торцами в низ (не показано) минимальная высота галтели припоя (F) достигает, по меньшей мере, середины изгиба вывода с внешней стороны.

## 8.2.6.1 Круглые или сплющенные выводы – Боковое смещение (A)

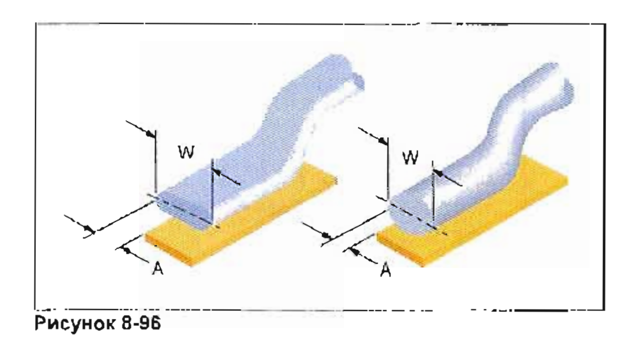



Рисунок 8-96

**Образец – класс 1,2,3**
*Отсутствие бокового смещения.

**Приемка – класс 1,2**
*Боковое смещение (A) не более 50% ширины/диаметра вывода (W).

**Приемка – класс 3**
*Боковое смещение (A) не более 25% ширины/диаметра вывода (W).

**Дефект: класс 1,2**
*Боковое смещение (A) более 50% ширины/диаметра вывода (W).

**Дефект: класс 3**
*Боковое смещение (A) более 25% ширины/диаметра вывода (W).

## 8.2.6.2 Круглые или сплющенные выводы – Торцевое смещение (B)

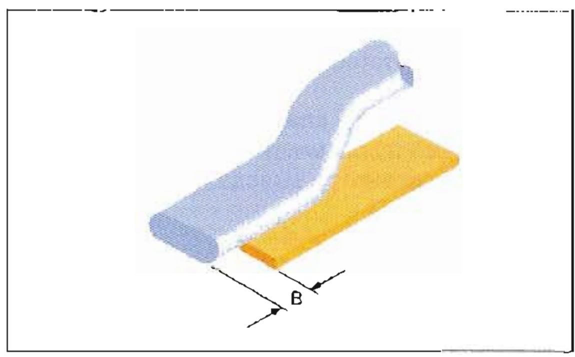



Рисунок 8-97

**Приемка – класс 1,2,3**
*Величина торцевого смещения (B) не задана.
*Минимальный электрический зазор не нарушается.

**Дефект: класс 1,2,3**
*Торцевое смещение нарушает минимальный электрический зазор.

## 8.2.6.3 Круглые или сплющенные выводы – Минимальная ширина галтели припоя с торца (C)

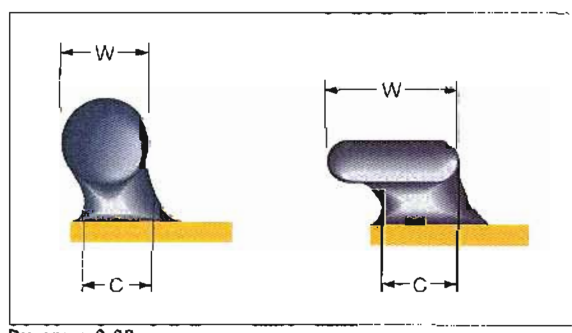



Рисунок 8-98

**Образец-класс 1,2,3**
*Ширина галтели припоя с торца (C) равняется или превосходит ширину/диаметр вывода (W).

**Приемка – класс 1,2**
*Галтель припоя должна быть хорошо видна.

**Приемка – класс 3**
*Ширина галтели припоя с торца (C) равняется минимум 75% от ширины/диаметра вывода (W).

**Дефект: класс 1,2**
*Галтель припоя не видна.

**Дефект: класс 3**
*Минимальная ширина галтели припоя с торца (C) меньше 75% ширины/диаметра вывода (W).

# 8.2.6.4 Круглые или сплющенные выводы – Минимальная длина галтели припоя (D)

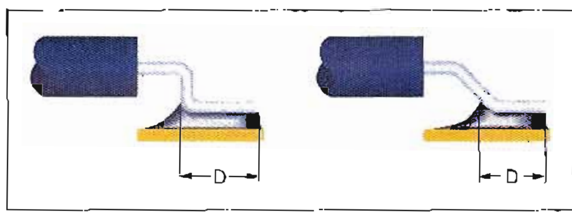



Рисунок 8-99

**Приемка – класс 1,2**

*Длина галтели припоя (D) равняется ширине/диаметру вывода (W).

**Приемка – класс 3**

*Минимальная длина галтели припоя (D) равняется 150% ширины/диаметра вывода (W).

**Дефект: класс 1,2**

*Длина галтели припоя (D) меньше ширины/диаметра вывода (W).

**Дефект: класс 3**

*Длина галтели припоя (D) меньше 150% ширины/диаметра вывода (W).

## 8.2.6.5 Круглые или сплющенные выводы – Максимальная высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента (E)

В приведенных ниже требованиях термины «пластиковый компонент» используются для определения различий между пластиковыми компонентами и компонентами, выполненными из других материалов, например, керамика/алюминий или металл.

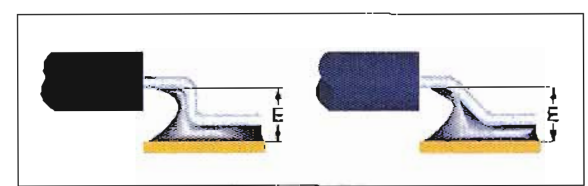



Рисунок 8-100

**Образец – класс 1,2,3**

*Высота галтели припоя превышает толщину вывода, но не захватывает верхний изгиб вывода.

*Припой не контактирует с корпусом компонента.

**Приемка – класс 1,2,3**

*Припой может касаться корпуса пластиковых компонентов в корпусах SOIC или SOT.

*Припой не касается корпуса керамических или металлических компонентов.

**Дефект: класс 1**

*Галтель припоя не видна.

**Приемка – класс 1**
**Дефект: класс 2,3**

*Припой касается корпуса пластикового компонента, за исключением корпусов компонентов типа SOIC или SOT.

*Припой касается корпуса металлического или керамического компонента.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Из-за избыточного количества припоя нарушен минимальный электрический зазор.

## 8.2.6.6 Круглые или сплющенные выводы – Минимальная высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента (F)

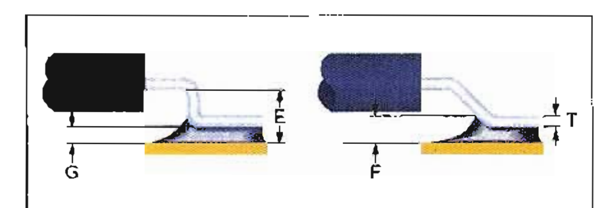



Рисунок 8-101

**Приемка – класс 1,2,3**

*Для компонентов с выводами повернутыми торцами вниз (не показано), минимальная высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента (F) доходит, по крайней мере, до середины наружного изгиба вывода.

**Приемка – класс 1**

*Галтель припоя должна быть хорошо видна.

**Приемка – класс 2**

*Минимальная высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента (F) равняется сумме толщины припоя (G) и 50% толщины вывода со стороны галтели припоя (T).

**Приемка – класс 3**

*Минимальная высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента (F) равняется сумме толщины припоя (G) и толщины вывода со стороны галтели припоя (T).

**Дефект: класс 1**

*Галтель припоя не видна.

**Дефект: класс 2**

*Минимальная высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента (F) меньше суммы толщины припоя (G) и 50% толщины вывода со стороны галтели припоя (T).

**Дефект: класс 3**

*Минимальная высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента (F) меньше суммы толщины припоя (G) и толщины вывода со стороны галтели припоя (T).

**Дефект: класс 1,2,3**

*Для компонентов с выводами повернутыми торцами вниз (не показано), минимальная высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента (F) не доходит, по крайней мере, до середины наружного изгиба вывода.

## 8.2.6.7 Круглые или сплющенные выводы – Толщина припоя (G)

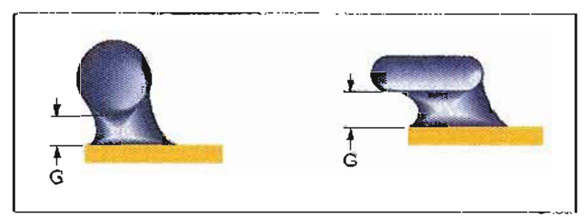



Рисунок 8-102

**Приемка – класс 1,2,3**
*Галтель припоя должна быть хорошо видна.

**Дефект: класс 1,2,3**
*Галтель припоя отсутствует.

## 8.2.6.8 Круглые или сплющенные выводы – Минимальная высота галтели припоя сбоку (Q)

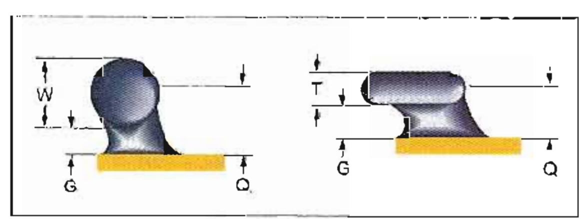



Рисунок 8-103

**Приемка – класс 1**
*Галтель припоя хорошо видна.

**Приемка – класс 2,3**
*Минимальная высота галтели припоя (Q) равняется или превосходит сумму толщины припоя (G) и 50% диаметра круглого вывода (W) или 50% толщины вывода со стороны галтели припоя (T) для сплющенного вывода.

**Дефект: класс 1**
*Галтель припоя не видна.

**Дефект: класс 2,3**
*Минимальная высота галтели припоя (Q) меньше суммы толщины припоя (G) и 50% диаметра круглого вывода (W) или 50% толщины вывода со стороны галтели припоя (T) для сплющенного вывода.

## 8.2.6.9 Круглые или сплющенные выводы – Копланарность выводов компонентов

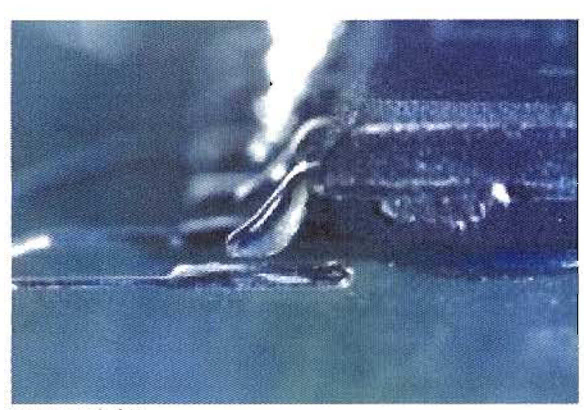


Рисунок 8-104

**Дефект: класс 1,2,3**

*Один или несколько выводов компонентов деформированы, что препятствует образованию необходимого паяного соединения.

# 8.2.7 Компоненты с «J» - образными выводами

Паяные соединения компонентов с «J» – образными выводами должны соответствовать габаритным требованиям и требованиям к галтели припоя, перечисленным ниже для каждого класса изделий.

**Таблица 8-7 Требования к установочным размерам – Компоненты с «J» - образными выводами**

| Характеристика | Габарит | Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 |
|---|---|---|---|---|
| Максимальное боковое смещение | A | 50% от (W) Примечание 1 | | 25% от (W) Примечание 1 |
| Максимальное торцевое смещение | B | Примечание 1,2 | | |
| Минимальная ширина галтели припоя с торца | C | 50% от (W) | | 75% от (W) |
| Минимальная длина галтели припоя | D | Примечание 3 | 150% от (W) | |
| Максимальная высота галтели припоя | E | Примечание 4 | | |
| Минимальная высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента | F | (G) + 50%(T) | | (G) + (T) |
| Толщина припоя | G | Примечание 3 | | |
| Толщина вывода | T | Примечание 2 | | |
| Ширина вывода | W | Примечание 2 | | |

**Примечание 1.** При условии, что не нарушается величина минимального электрического зазора.
**Примечание 2.** Неустановленная величина. Определяется конструкцией.
**Примечание 3.** Должна быть хорошо видна галтель припоя.
**Примечание 4.** Припой не должен касаться корпуса компонента.

## 8.2.7.1 Компоненты с «J» - образными выводами – Боковое смещение (A)

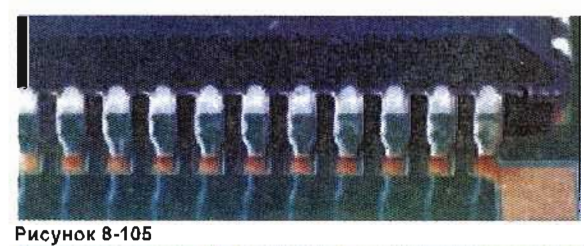


Рисунок 8-105

**Образец – класс 1,2,3**
*Боковое смещение отсутствует.

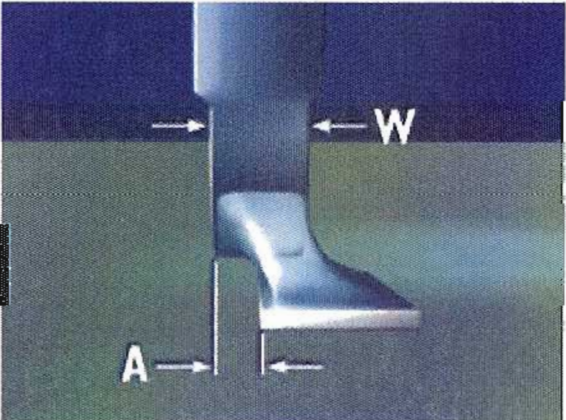



Рисунок 8-106

**Приемка – класс 1,2**
*Боковое смещение (A) равно или менее 50% от ширины вывода (W).

# 8.2.7.1 Компоненты с «J» - образными выводами – Боковое смещение (А) (продолжение)

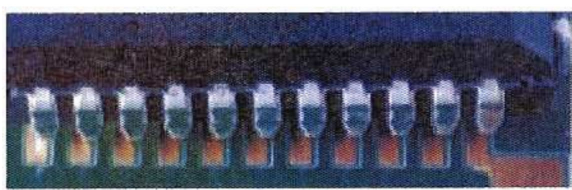


Рисунок 8-107

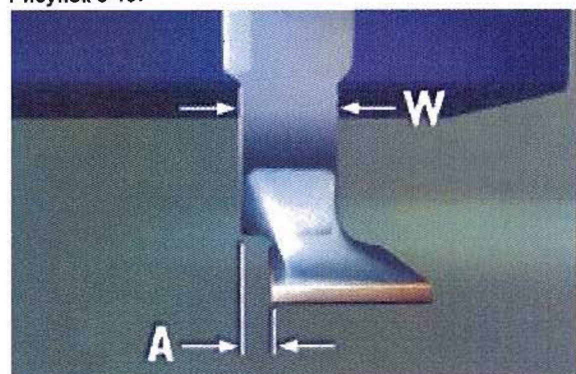



Рисунок 8-108

**Приемка – класс 3**

*Боковое смещение (А) меньше или равно 25% ширины вывода (W).

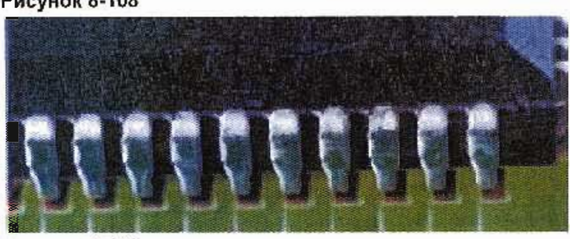


Рисунок 8-109

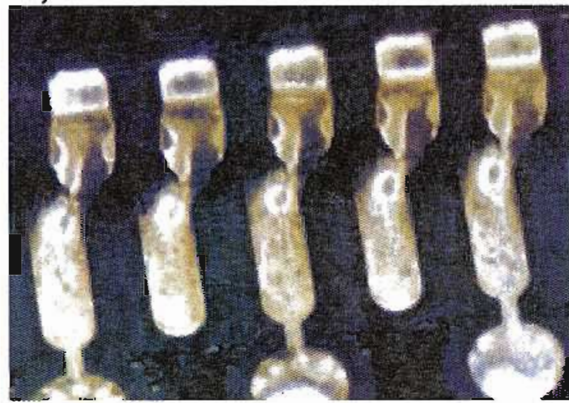


Рисунок 8-110

**Дефект: класс 1,2**

*Боковое смещение превышает 50% толщины вывода (W).

**Дефект: класс 3**

*Боковое смещение превышает 25% толщины вывода (W).

## 8.2.7.2 Компоненты с «J» - образными выводами – Торцевое смещение (B)

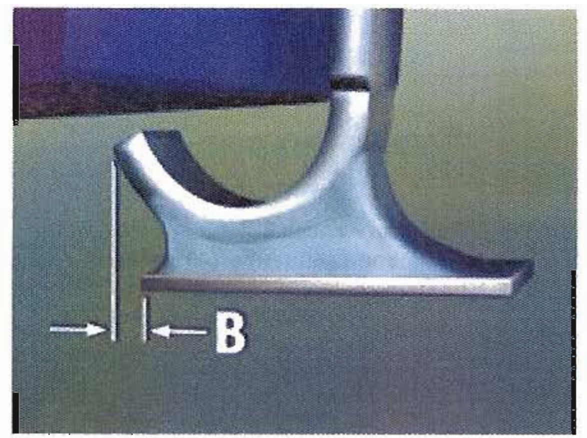



Рисунок 8-111

**Приемка – класс 1,2,3**

•Величина торцевого смещения (B) является неконтролируемым параметром.

## 8.2.7.3 Компоненты с «J» - образными выводами – Ширина галтели припоя с торца (C)



Рисунок 8-112

**Образец – класс 1,2,3**

•Ширина галтели припоя (C) равняется или превышает ширину вывода (W).

# 8.2.7.3 Компоненты с «J» - образными выводами – Ширина галтели припоя с торца (С) (продолжение)

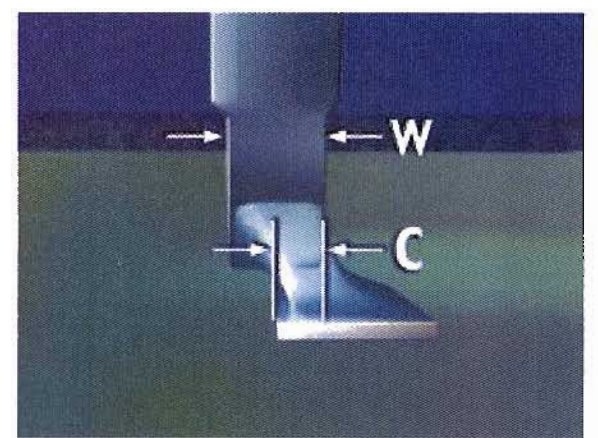



Рисунок 8-113

**Приемка – класс 1,2**
*Минимальная ширина галтели припоя (С) равняется 50% ширины вывода (W).

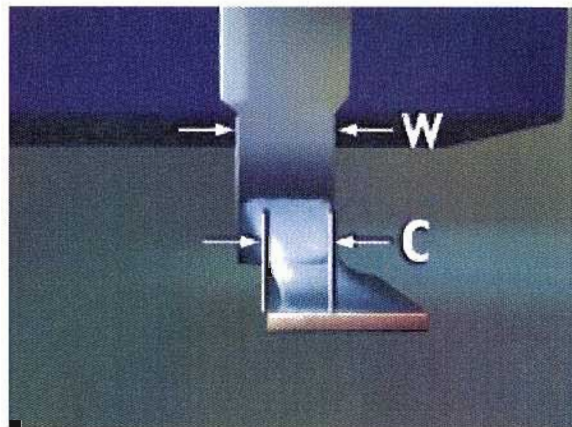



Рисунок 8-114

**Приемка – класс 3**
*Минимальная ширина галтели припоя (С) равняется 75% ширины вывода (W).

**Дефект: класс 1,2**
*Минимальная ширина галтели припоя (С) меньше 50% ширины вывода (W).

**Дефект: класс 3**
*Минимальная ширина галтели припоя (С) меньше 75% ширины вывода (W).

# 8.2.7.4 Компоненты с «J» - образными выводами – Длина галтели припоя (D)



Рисунок 8-115



**Образец-класс 1,2,3**

*Длина галтели припоя (D) превышает 200% ширины вывода (W).

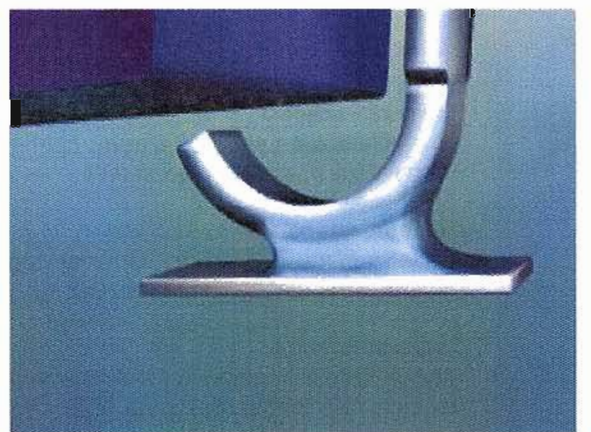
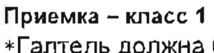


Рисунок 8-116



**Приемка – класс 1**

*Галтель должна быть видна.

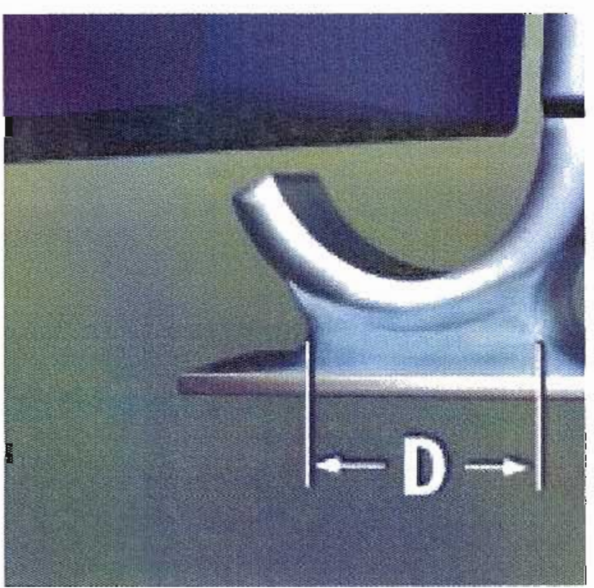



Рисунок 8-117

**Приемка – класс 2,3**

*Длина галтели припоя (D) ≥ 150% ширины вывода (W).

**Дефект: класс 2,3**

*Длина галтели припоя (D) менее 150% ширины вывода (W).

**Дефект: класс 1,2,3**

*Галтель припоя не видна.

# 8.2.7.5 Компоненты с «J» - образными выводами – Максимальная высота галтели припоя (E)

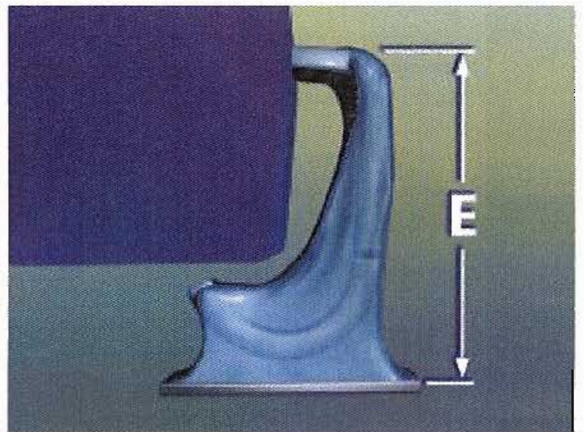



Рисунок 8-118

**Приемка – класс 1,2,3**

*Припой не касается корпуса компонента.



Рисунок 8-119

**Дефект: класс 1,2,3**

*Припой касается корпуса компонента.

# 8.2.7.6 Компоненты с «J» - образными выводами – Минимальная высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента (F)



Рисунок 8-120

**Образец-класс 1,2,3**

*Высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента (F) превышает сумму толщины вывода (T) и толщины припоя (G).



Рисунок 8-121

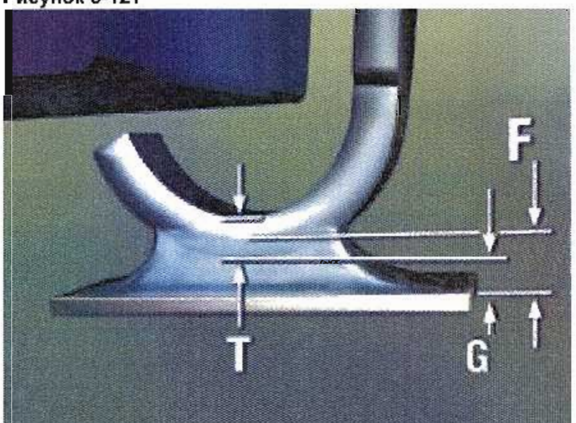



Рисунок 8-122

**Приемка – класс 1,2**

*Минимальная высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента (F) равняется сумме 50% толщины вывода (T) и 100% толщины припоя (G).

# 8.2.7.6 Компоненты с «J» - образными выводами – Минимальная высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента (F) (продолжение)

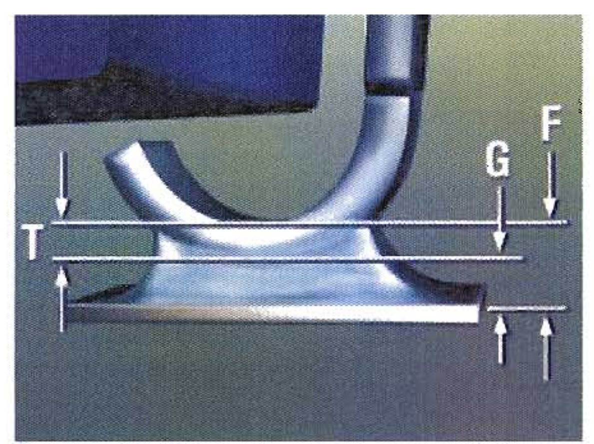



Рисунок 8-123

**Приемка – класс 3**

*Минимальная высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента (F) равняется сумме толщины вывода (T) и толщины припоя (G).

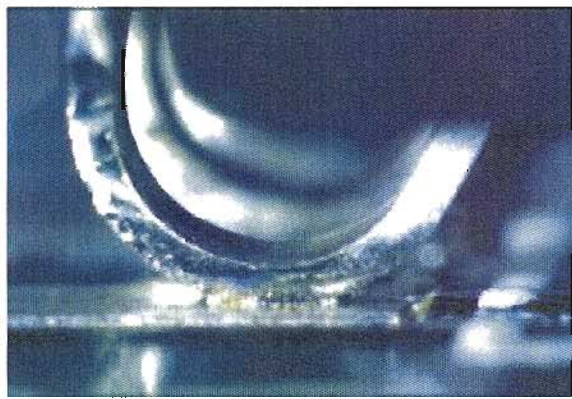


Рисунок 8-124

**Дефект: класс 1,2,3**

*Галтель припоя не видна.

**Дефект: класс 1,2**

*Высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента (F) меньше суммы толщины припоя (G) и 50% толщины вывода (T).

**Дефект: класс 3**

*Высота галтели припоя со стороны пяты вывода компонента (F) меньше суммы толщины припоя (G) и толщины вывода (T).

## 8.2.7.7 Компоненты с «J» - образными выводами – Толщина припоя (G)




Рисунок 8-125

**Приемка – класс 1,2,3**

*Галтель припоя должна быть хорошо видна.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Галтель припоя отсутствует.

## 8.2.7.8 Компоненты с «J» - образными выводами – Копплананрность выводов компонентов

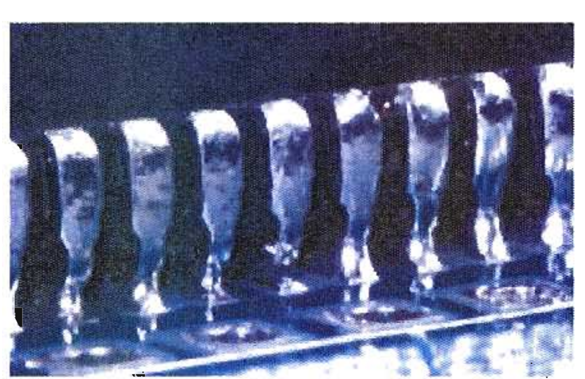


Рисунок 8-126

**Дефект: класс 1,2,3**

*Один или несколько выводов компонентов деформированы, что препятствует образованию необходимого паяного соединения.

## 8.2.8 Компоненты с «I» - образными выводами

Паяные соединения компонентов с «I» – образными выводами должны соответствовать габаритным требованиям и требованиям к галтели припоя, перечисленным для каждого класса изделий в Таблице 8-8. При приемке изделий с компонентами с «I» - образными выводами необходимо учитывать, что они будут иметь ограничения по режимам эксплуатации по сравнению с компонентами, монтируемыми в отверстия и компонентами с ленточными выводами.
На выводах, имеющих в силу особенностей конструкции не смачиваемые боковые поверхности (таких, как вырубленные на штампе или вырезанные из катаной заготовки) не требуется наличие галтели припоя в изделиях Класса 1 и 2. Тем не менее, конструкция должна обеспечивать простоту контроля смачивания припоем паяемых поверхностей.
Паяные соединения компонентов с «I» –образными выводами не допускаются для изделий Класса 3.

**Таблица 8-8 Требования к установочным размерам – Компоненты с «I» - образными выводами**

| Характеристика | Габарит | Класс 1 | Класс 2 |
|---|---|---|---|
| Максимальное боковое смещение | A | 25% от (W) Примечание 1 | Не допускается |
| Торцевое смещение | B | Не допускается | |
| Минимальная ширина галтели припоя с торца | C | 75% от (W) | |
| Минимальная длина галтели припоя | D | Примечание 2 | |
| Максимальная высота галтели припоя | E | Примечание 4 | |
| Минимальная высота галтели припоя | F | 0.5мм (0.0197 дюйма) | |
| Толщина припоя | G | Примечание 3 | |
| Толщина вывода | T | Примечание 2 | |
| Ширина вывода | W | Примечание 2 | |

**Примечание 1.** При условии, что не нарушается величина минимального электрического зазора.
**Примечание 2.** Неустановленная величина. Определяется конструкцией.
**Примечание 3.** Должна быть хорошо видна галтель припоя.
**Примечание 4.** Галтель припоя может заходить за изгиб вывода. При этом припой не должен касаться корпуса компонента.

### 8.2.8.1 Компоненты с «I» - образными выводами – Максимальное боковое смещение (A)

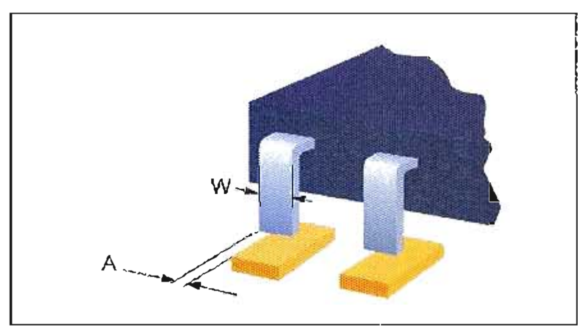


Рисунок 8-127

**Образец – класс 1,2**
*Отсутствие бокового смещения.

**Приемка – класс 1**
*Боковое смещение (A) меньше 25% ширины вывода (W).

**Дефект: класс 1**
*Боковое смещение (A) превышает 25% ширины вывода (W).

**Дефект: класс 2**
*Наличие любого бокового смещения (A).

## 8.2.8.2 Компоненты с «I» - образными выводами – Максимальное торцевое смещение (В)

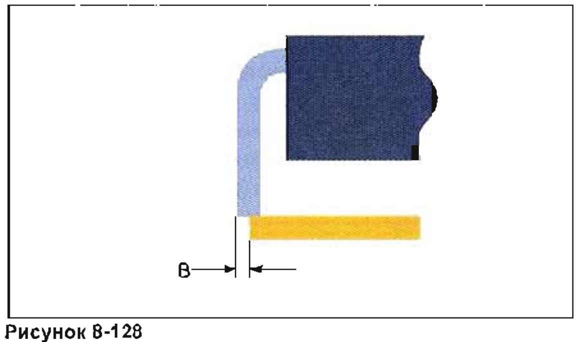



Рисунок 8-128

**Дефект: класс 1,2**
*Любое торцевое смещение (В).

## 8.2.8.3 Компоненты с «I» - образными выводами – Минимальная ширина галтели припоя с торца (С)

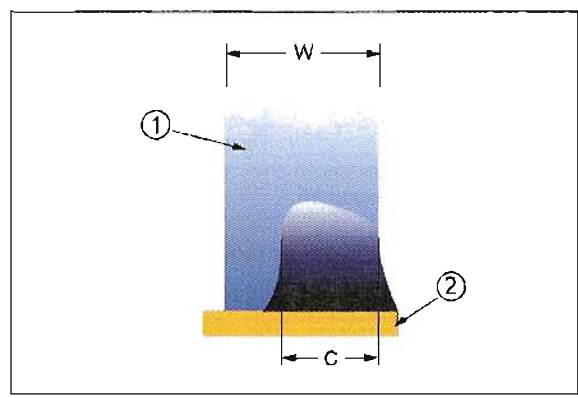



Рисунок 8-129
1. Вывод
2. Контактная площадка

**Образец-класс 1,2**
*Ширина галтели припоя с торца (С) превышает ширину вывода (W).

**Приемка – класс 1,2**
*Ширина галтели припоя с торца (С) равняется минимум 75% ширины вывода (W).

**Дефект: класс 1,2**
*Ширина галтели припоя с торца (С) меньше 75% ширины вывода (W).

## 8.2.8.4 Компоненты с «I» - образными выводами – Минимальная длина галтели припоя (D)

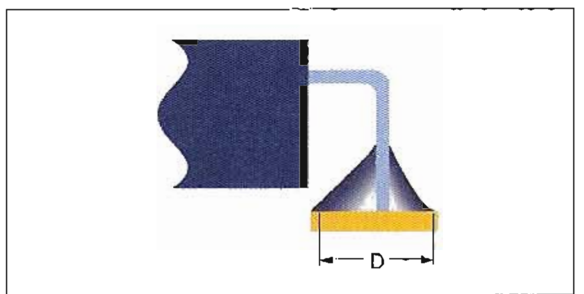



Рисунок 8-130

**Приемка – класс 1,2**

*Требования к минимальной длине галтели припоя (D) не предъявляются.

## 8.2.8.5 Компоненты с «I» - образными выводами – Максимальная высота галтели припоя (E)

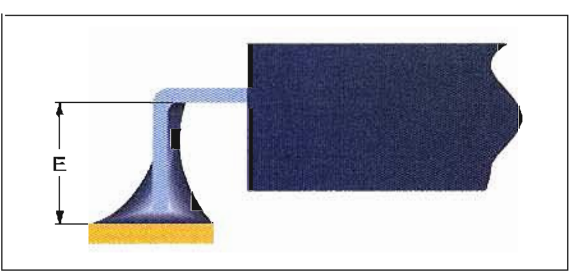



Рисунок 8-131

**Приемка – класс 1,2**

*Галтель припоя должна быть хорошо видна.

**Дефект: класс 1,2**

*Галтель припоя отсутствует (не видна).

*Припой касается корпуса компонента.

## 8.2.8.6 Компоненты с «I» - образными выводами – Минимальная высота галтели припоя (F)

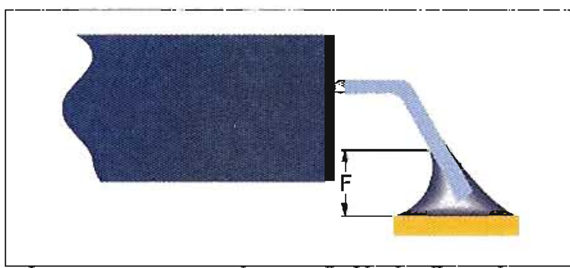



Рисунок 8-132

**Приемка – класс 1,2**
*Минимальная высота галтели припоя (F) составляет 0,5 мм (0,02 дюйма).

**Дефект: класс 1,2**
*Высота галтели припоя (F) менее 0,5 мм (0,02 дюйма).

## 8.2.8.7 Компоненты с «I» - образными выводами – Толщина припоя (G)

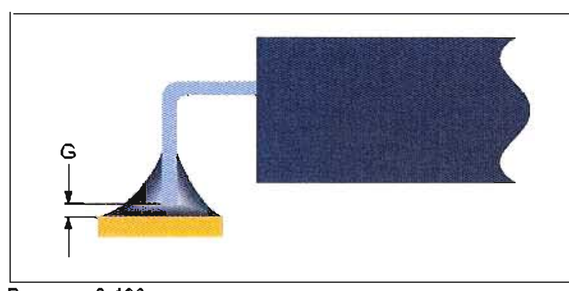



Рисунок 8-133

**Приемка – класс 1,2**
*Галтель припоя должна быть хорошо видна.

**Дефект: класс 1,2**
*Галтель припоя отсутствует (не видна).

## 8.2.9 Плоские лепестковые выводы

Паяные соединения выводов компонентов с большой рассеваемой мощностью (плоские лепестковые выводы) должны соответствовать требованиям таблицы 8-9 и рисунка 8-134. Конструкция должна обеспечивать простоту контроля смачивания припоем паяемых поверхностей. Несоответствие требованиям таблицы 8-9 является дефектом.

**Таблица 8-9 Требования к установочным размерам – Плоские лепестковые выводы**

| Характеристика | Габарит | Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 |
|---|---|---|---|---|
| Максимальное боковое смещение | A | 50% от (W) Примечание 1 | 25% от (W) Примечание 1 | Не допускается |
| Максимальное торцевое смещение | B | Примечание 1 | Не допускается | |
| Минимальная ширина галтели припоя с торца | C | 50% от (W) | 75% от (W) | (W) |
| Минимальная длина галтели припоя | D | Примечание 3 | (L) – (M), Примечание 4 | |
| Максимальная высота галтели припоя | E | Примечание 2 | Примечание 2 | (G) + (T) + 1.0мм (0.039 дюйма) |
| Минимальная высота галтели припоя | F | Примечание 3 | Примечание 3 | (G) + (T) |
| Толщина галтели припоя | G | Примечание 3 | | |
| Длина вывода | L | Примечание 2 | | |
| Максимальный зазор | M | Примечание 2 | | |
| Ширина площадки | P | Примечание 2 | | |
| Толщина вывода | T | Примечание 2 | | |
| Ширина вывода | W | Примечание 2 | | |

**Примечание 1.** При условии, что не нарушается величина минимального электрического зазора.
**Примечание 2.** Точно не установленный параметр или переменный размер, определяемый конструкцией.
**Примечание 3.** Должна быть хорошо видна галтель припоя.
**Примечание 4.** Там, где лепесток предназначен для пайки под корпусом компонента, и конструкция контактной площадки отвечает этой задаче, вывод должен быть смочен припоем в зазоре M.

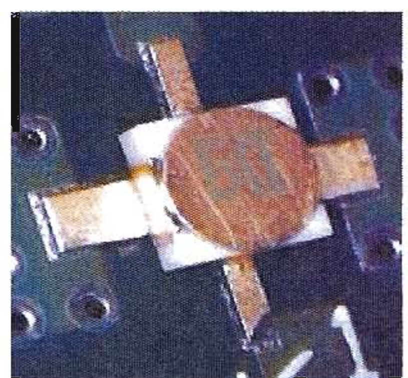



Рисунок 8-134

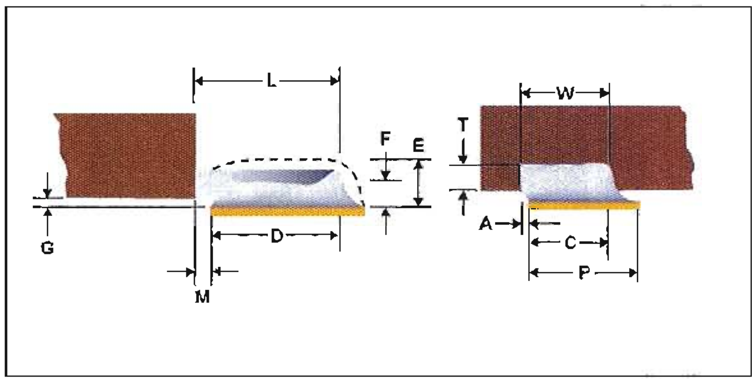



Рисунок 8-135

# 8.2.10 Высокие компоненты, имеющие выводы только с нижней стороны

Паяные соединения для выводов высоких компонентов (высота компонента превышает его двойную ширину или толщину, выбирается наименьшее значение), должны соответствовать требованиям таблицы 8-10 и рисунка 8-136. Несоответствие требованиям таблицы 8-10 является дефектом.

**Таблица 8-10 Требования к установочным размерам – Высокие компоненты, имеющие выводы только с нижней стороны**

| Характеристика | Габарит | Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 |
|---|---|---|---|---|
| Максимальное боковое смещение | A | 50% от (W); Примечания 1,4 | 25% от (W); Примечания 1,4 | Не допускается; Примечания 1,4 |
| Максимальное торцевое смещение | B | Примечания 1,4 | Не допускается | |
| Минимальная ширина галтели припоя с торца | C | 50% от (W) | 75% от (W) | (W) |
| Минимальная длина галтели припоя | D | Примечание 3 | 50% от (S) | 75% от (S) |
| Толщина галтели припоя | G | Примечание 3 | | |
| Длина контактной площадки | S | Примечание 2 | | |
| Ширина вывода | W | Примечание 2 | | |

**Примечание 1.** При условии, что не нарушается величина минимального электрического зазора.
**Примечание 2.** Точно не установленный параметр или переменный размер, определяемый конструкцией.
**Примечание 3.** Должна быть хорошо видна галтель припоя.
**Примечание 4.** Контактные поверхности могут находится под корпусом компонента и не выступать за его пределы, корпус компонента может полностью перекрывать контактную площадку и выходить за ее пределы. Контактные поверхности компонента не должны выступать за пределы контактной площадки.

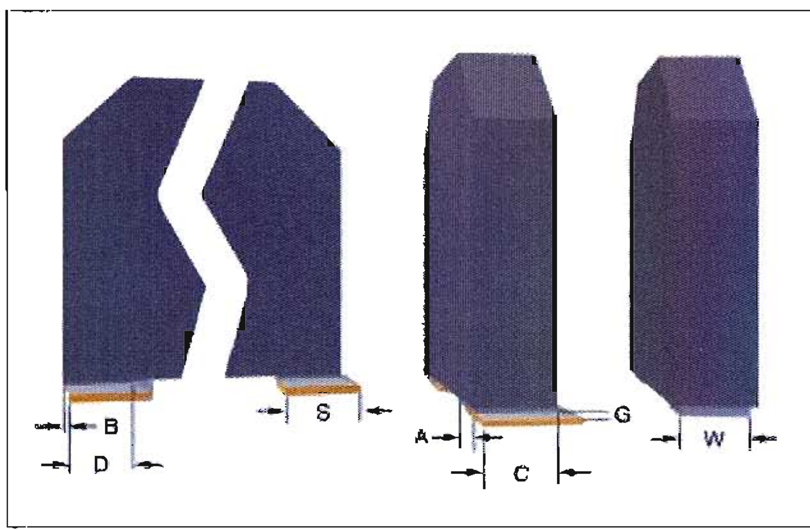



**Рисунок 8-136**

# 8.2.11 Компоненты с «L» - образными выводами, загнутыми под корпус

Паяные соединения с «L» - образными выводами, загнутыми под корпус, должны соответствовать требованиям таблицы 8-11 и рисунка 8-137. Конструкция должна обеспечивать простоту контроля смачивания припоем паяемых поверхностей. Несоответствие требованиям таблицы 8-11 является дефектом.

**Таблица 8-11 Требования к установочным размерам – Компоненты с «L» - образными выводами, загнутыми под корпус**

| Характеристика | Габарит | Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 |
|---|---|---|---|---|
| Максимальное боковое смещение | A | 50% от (W); Примечания 1,5 | | 25% от (W) или 25% от (P), выбирается наименьшая величина; Примечания 1,5 |
| Максимальное торцевое смещение | B | Примечание 1 | Не допускается | |
| Минимальная ширина галтели припоя с торца | C | 50% от (W) | | 75% от (W) или 75% от (P), выбирается наименьшая величина |
| Минимальная длина галтели припоя | D | Примечание 3 | 50% от (L) | 75% от (L) |
| Максимальная высота галтели припоя | E | (H) + (G) Примечание 4 | | |
| Минимальная высота галтели припоя | F | Примечание 3 | (G) + 25% от (H) или (G) + 0.5мм (0.0197 дюйма), выбирается наименьшая величина | |
| Толщина галтели припоя | G | Примечание 3 | | |
| Высота вывода | H | Примечание 2 | | |
| Выступ площадки | K | Примечание 2 | | |
| Длина вывода | L | Примечание 2 | | |
| Ширина контактной площадки | P | Примечание 2 | | |
| Длина площадки | S | Примечание 2 | | |
| Ширина вывода | W | Примечание 2 | | |

**Примечание 1.** При условии, что не нарушается величина минимального электрического зазора.
**Примечание 2**. Точно не установленный параметр или переменный размер, определяемый конструкцией.
**Примечание 3.** Должна быть хорошо видна галтель припоя.
**Примечание 4**.Припой не должен касаться корпуса компонента со стороны внутреннего изгиба вывода.
**Примечание 5.** Если вывод имеет два зубца, паяное соединение для каждого зубца должно соответствовать всем заданным требованиям.

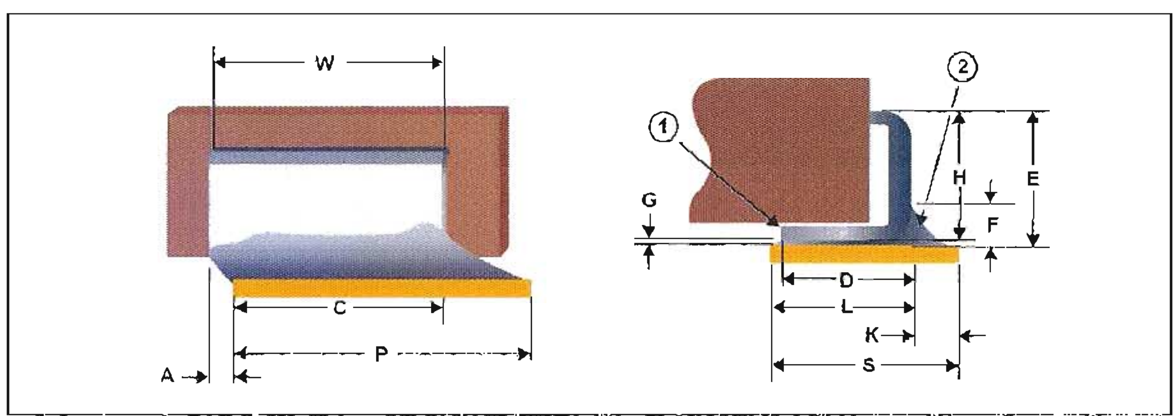
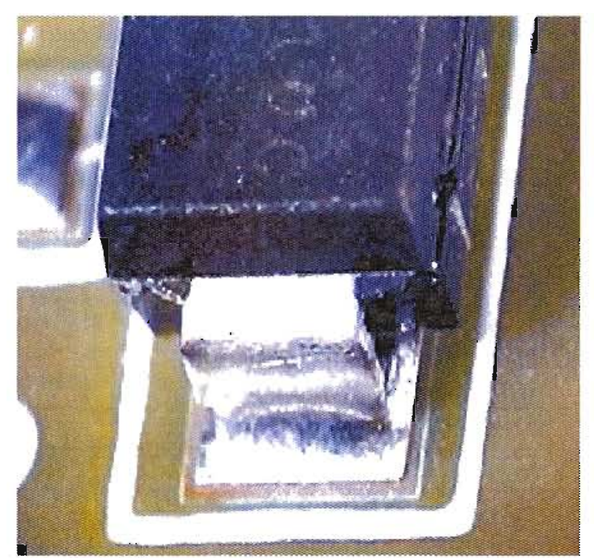
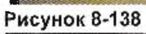



**Рисунок 8-137**
1. **Торец**
2. **Пятка вывода**

## 8.2.11 Компоненты с «L» - образными выводами, загнутыми под корпус (продолжение)




Рисунок 8-138

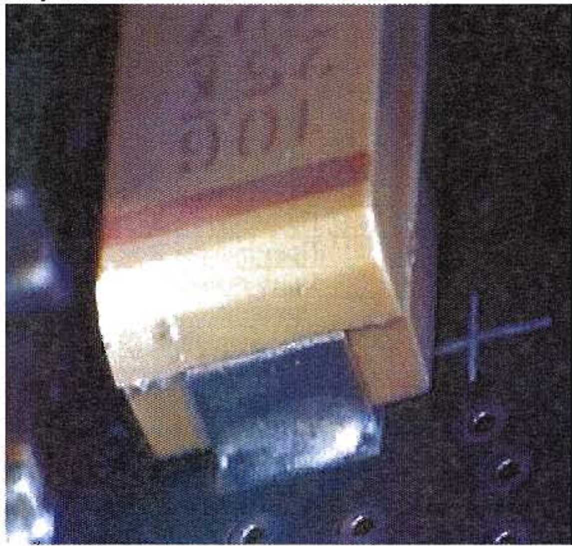

Рисунок 8-139


Рисунок 8-140

Примеры компонентов с «L» - образными выводами, загнутыми под корпус.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Недостаточная высота галтели припоя.

# 8.2.12 Компоненты с шариковыми выводами (BGA)

Данные требования применимы к компонентам, имеющим шариковые выводы, которые в процессе оплавления сжимаются (коллапс паяного соединения).

Описанные в данном разделе требования к BGA компонентам предполагают, что процесс контроля качества паяных соединений построен на сравнении между процессами рентгеновского контроля и обычной визуальной инспекции. При ограниченных возможностях, это может предполагать визуальный контроль, но в большинстве случаев необходима оценка рентгеновских снимков с целью анализа характеристик, которые не могут быть выявлены с помощью обычных визуальных средств. Технологический процесс и контроль качества изделий являются определяющими факторами процессов сборки и применения материалов. Несоответствие требованиям таблицы 8-12 является дефектом в случае, когда визуальный или рентгеновский контроль осуществляется для приемки изделия. Приемосдаточные испытания могут проводиться вместо рентгеновского и визуального контроля, при условии, что объективные данные соответствия отвечают необходимым требованиям.

Рекомендации по процессам монтажа BGA компонентов приведены в стандарте IPC-7095, который основан на широко изученных технологических процессах производства.

Примечание: Рентгеновское оборудование, не предназначенное для применения в электронной промышленности, может повредить чувствительные компоненты.

Требования к визуальному контролю:

*В случае, когда визуальный контроль используется при приемке изделий увеличение при контроле должно соответствовать требованиям таблицы 1-2.

*Внешний по периметру ряд паяных соединений должен быть исследован визуально, не зависимо от удобства выполнения этой операции.

*BGA компоненты должны быть отцентрированы по осям X и Y с помощью угловых маркеров печатной платы (если таковые имеются).

*Отсутствие шариков выводов компонентов BGA является дефектом, за исключением случаев, когда такое отсутствие обусловлено конструкцией.

Способы контроля компонентов BGA подразумевают, что технологический процесс пайки оплавлением обеспечивает оптимальный температурный профиль для пайки компонентов. В качестве инструмента контроля предпочтительным является рентгеновский контроль.

**Таблица 8-12 Требования к установочным размерам – Компоненты с шариковыми выводами (BGA)**

| Параметры | Пункт | Классы 1,2,3 |
|---|---|---|
| Центрирование | 8.2.12.1 | Смещение шариковых выводов не нарушает величину минимального электрического зазора. |
| Расстояние между шариковыми выводами | 8.2.12.2 | Смещение шариковых выводов не нарушает величину минимального электрического зазора. |
| Паяные соединения | 8.2.12.3 | Отсутствие мостиков припоя; шариковые выводы компонентов BGA образуют с контактными площадками печатной платы соединения, имеющие сплошные круглые или вытянутые галтели припоя. |
| Пустоты | 8.2.12.4 | Размер пустот не превышает 25% площади изображения паяного соединения на рентгеновском снимке. Примечания 1,2 |
| Герметизация | 8.2.12.5 | Рекомендуется обеспечивать заливку под корпусом компонента. Герметик должен быть полностью полимеризован. |

**Примечание 1.** Конструкции, в которых предусмотрены пустоты, например, переходные отверстия, совмещенные с контактной площадкой, исключены из рассмотрения. В таких случаях, требования приемки должны устанавливаться производителем и потребителем изделия.

**Примечание 2.** Производители могут проводить испытания или анализы для создания альтернативных требований к наличию пустот, которые учитывают условия эксплуатации изделия.

## 8.2.12.1 Компоненты с шариковыми выводами (BGA) - Центрирование

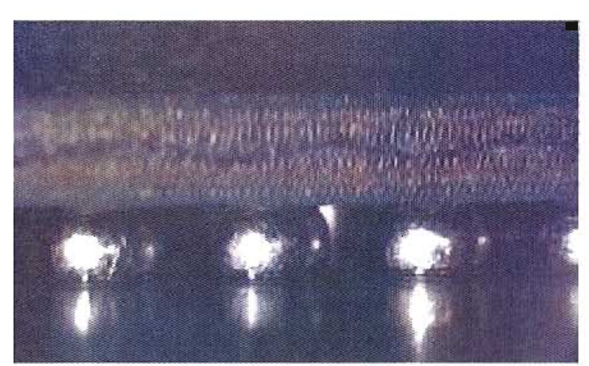


Рисунок 8-141

**Образец – класс 1,2,3**
*Шариковые вывода BGA компонента отцентрированы. Отсутствует смещение шариковых выводов относительно центра контактных площадок.

**Дефект: класс 1,2,3**
*Смещение шариковых выводов нарушает величину минимального электрического зазора.

## 8.2.12.2 Компоненты с шариковыми выводами (BGA) – Расстояние между шариковыми выводами

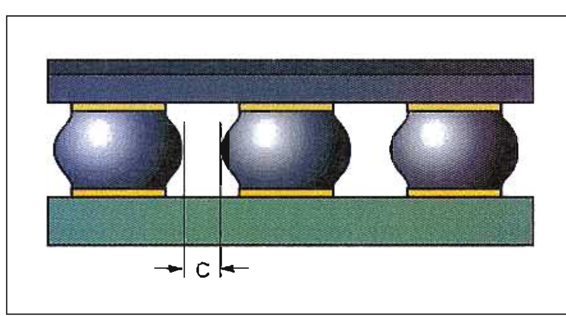



Рисунок 8-142

**Приемка – класс 1,2,3**
*Минимальное расстояние между шариковыми выводами (C) не должно нарушать минимальный электрический зазор *(допущена опечатка в оригинале – примечание переводчика).*

**Дефект: класс 1,2,3**
*Минимальное расстояние между шариковыми выводами (C) нарушает минимальный электрический зазор *(допущена опечатка в оригинале – примечание переводчика).*

## 8.2.12.3 Компоненты с шариковыми выводами (BGA) – Паяные соединения

**Образец – класс 1,2,3**
*Все шариковые выводы BGA компонентов с печатной платой одинаковой формы и размера.

**Приемка – класс 1,2,3**
*Отсутствие мостиков припоя.
*Шариковые выводы компонентов BGA образуют с контактными площадками печатной платы соединения, имеющие сплошные галтели припоя круглой или вытянутой формы.

**Индикатор процесса – класс 2,3**
*Шариковые вывода BGA компонентов, образующие паяные соединения с контактными площадками печатной платы имеют различный размер, форму, цвет и цветовой контраст.

# 8.2.12.3 Компоненты с шариковыми выводами (BGA) – Паяные соединения (продолжение)

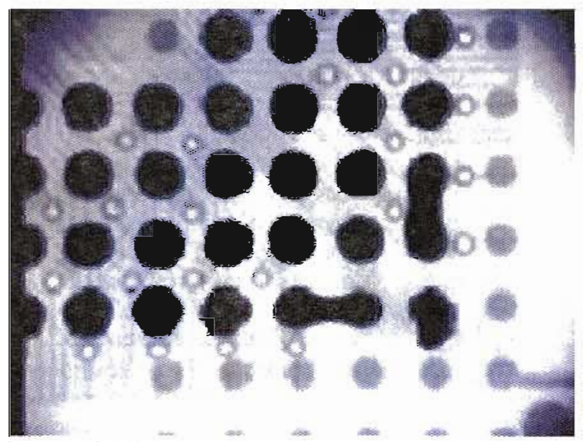



Рисунок 8-143

**Дефект: класс 1,2,3**

*Наличие мостиков припоя, выявленное при визуальном контроле или с помощью рентгена (Рисунок 8-143).

* Узкая «талия» паяного соединения, свидетельствующая о том, что в процессе пайки не произошло необходимое слияние шарикового вывода BGA компонента и нанесенной на контактную площадку печатной платы паяльной пасты (Рисунок 8-144).

*Неполное смачивание контактной площадки.

*Паяльная паста вокруг шариковых выводов не полностью оплавилась (Рисунок 8-145).

*Трещина в паяном соединении (рисунок 8-146).


Рисунок 8-144


*Рисунок 8-145*


*Рисунок 8-146*

## 8.2.12.4 Компоненты с шариковыми выводами (BGA) – Пустоты

Конструкции, в которых предусмотрены пустоты, например, переходные отверстия, совмещенные с контактной площадкой, исключены из рассмотрения. В таких случаях, требования приемки должны устанавливаться производителем и потребителем изделия.
Производители могут проводить испытания или анализы для создания альтернативных требований к наличию пустот, которые учитывают условия эксплуатации изделия.

**Приемка – класс 1,2,3**
*Размер пустот не превышает 25% площади изображения паяного соединения на рентгеновском снимке.

**Дефект: класс 1,2,3**
*Размер пустот превышает 25% площади изображения паяного соединения на рентгеновском снимке.

## 8.2.12.5 Компоненты с шариковыми выводами (BGA) – Заливка/герметизация

**Приемка – класс 1,2,3**
*Имеется достаточное количество материала заливки/герметизации.
*Материал заливки или герметизации полностью полимеризован.

**Дефект: класс 1,2,3**
*Неполное заполнение пространства под корпусом компонента герметизирующим материалом.
*Герметизирующий материал попадает в области находящиеся за пределами, подлежащими заливке.
*Материал заливки или герметизации не полностью полимеризован.

## 8.2.13 Компоненты в корпусах PQFN

Существуют другие названия для компонентов данного типа: Microlead Packages (MLP), Leadless Plastic Chip Carriers (LPCC) и Quad Flat Pack No Lead Exposed Pad (QFN-EP). Несоответствие требованиям таблицы 8-13 является дефектом.

**Таблица 8-13 Требования к установочным размерам – Компоненты в корпусах PQFN**

| Параметр | Габарит | Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 |
|---|---|---|---|---|
| Максимальное боковое смещение | A | 50% от (W), Примечание 1 | 25% от (W), Примечание 1 | |
| Торцевое смещение (смещение внешнего края вывода компонента) | B | Не допускается | | |
| Минимальная ширина галтели припоя с торца | C | 50% от (W) | 75% от (W) | |
| Минимальная длина галтели припоя | D | Примечание 4 | | |
| Толщина галтели припоя | G | Примечание 3 | | |
| Минимальная высота галтели припоя с торца | F | Примечания 2,5 | | |
| Высота вывода компонента | H | Примечание 5 | | |
| Покрытие припоем теплоотводной площадки компонента | | Примечание 4 | | |
| Ширина контактной площадки | P | Примечание 2 | | |
| Ширина вывода компонента | W | Примечание 2 | | |

**Примечание 1.** При условии, что не нарушается величина минимального электрического зазора
**Примечание 2.** Точно не установленный параметр или переменный размер, определяемый конструкцией.
**Примечание 3.** Должна быть хорошо видна галтель припоя.
**Примечание 4.** Данный параметр не может быть оценен визуально.
**Примечание 5.** Поверхность торца не должна быть покрыта припоем. Не допускается наличие торцевых галтелей припоя.

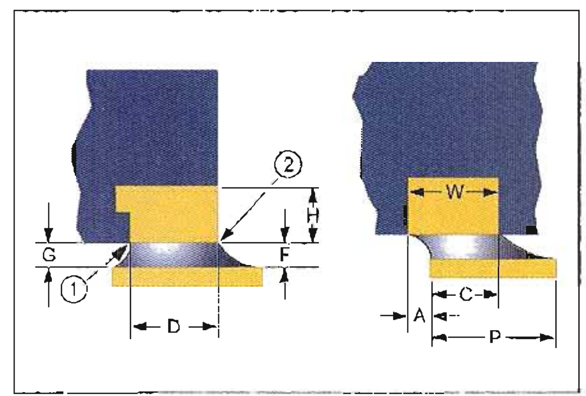
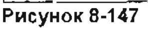



Рисунок 8-147



1. Пятка
2. Торец

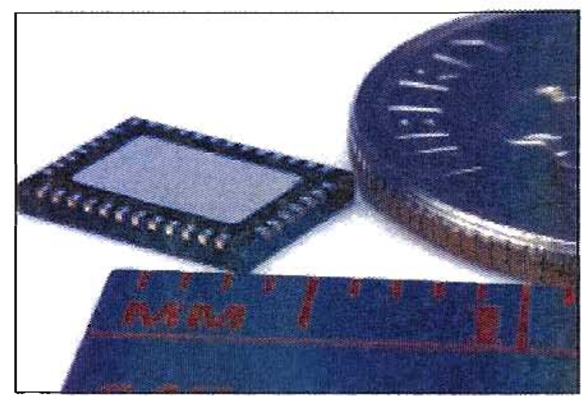


Рисунок 8-148

## 8.2.13 Компоненты в корпусах PQFN (продолжение)

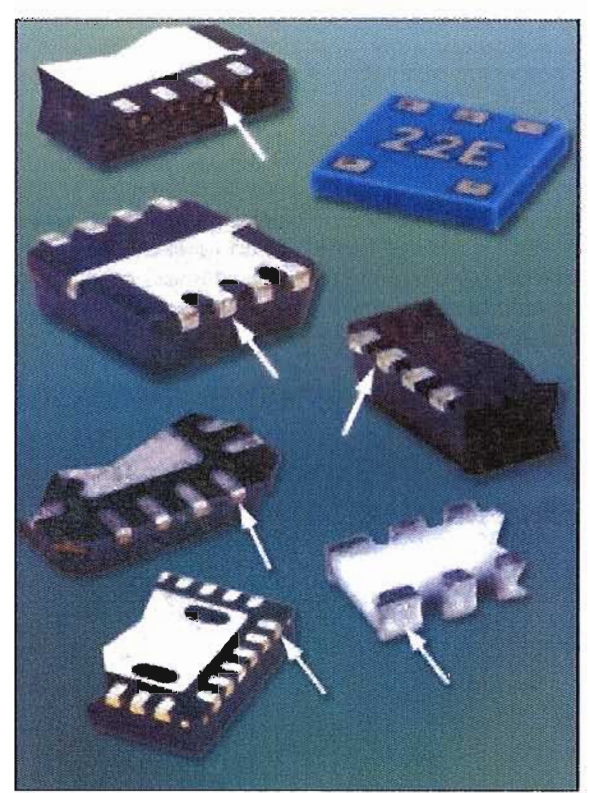
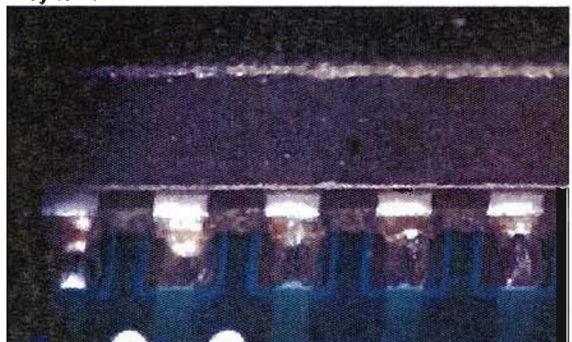
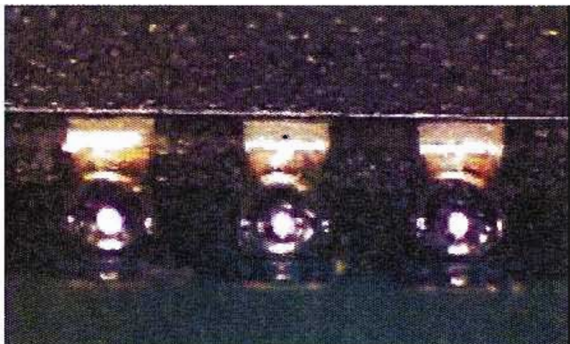


Рисунок 8-149

Существуют конфигурации компоновки, при которых отсутствует открытый торец вывода компонента или отсутствует металлизация на открытом торцевом выводе корпуса (Рисунок 8-149. показано стрелками), вследствие чего не образуется торцевая галтель припоя, см. Рисунки 8-150 и 8-151.


Рисунок 8-150


Рисунок 8-151

## 8.2.14 Компоненты с теплоотводными площадками, расположенными под корпусом

Описанные в данном разделе требования применимы для компонентов, в которых используется теплоотводная площадка, расположенная под корпусом компонента, например, компоненты в корпусах D-Pak.

Требования к паяным соединениям между теплоотводом и печатной платой, невидимые при визуальном контроле, не рассматриваются в данном документе и должны быть установлены взаимным соглашением между производителем и потребителем. Критерии качества пайки теплоотводных площадок зависят от конструкции изделия и условий технологического процесса. Документы, в которых оговорены данные требования, включают в себя инструкцию по применению от производителя компонентов, требования по металлизации, количеству пустот в паяных соединениях, толщину припоя и т.д., но не ограничиваются данной информацией. Обычным явлением считается образование пустот в паяных соединениях теплоотводных площадок компонентов с печатными платами

Примечание: Требования к выводам компонентов, не относящимся к теплоотводным площадкам, рассмотрены в разделе 8.2.5.

**Таблица 8-14 Требования к установочным размерам – Компоненты с теплоотводными площадками, расположенными под корпусом**

| Параметр | Габарит | Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 |
|---|---|---|---|---|
| Максимальное боковое смещение | A | См. раздел 8.2.5 | | |
| Торцевое смещение (смещение внешнего края вывода компонента) | B | | | |
| Минимальная ширина галтели припоя с торца | C | | | |
| Минимальная длина галтели припоя | D | | | |
| Толщина галтели припоя | G | | | |
| Минимальная высота галтели припоя с торца | F | | | |
| Параметр (только для соединений теплоотводных площадок с печатной платой) | | Класс 1,2,3 | | |
| Максимальное боковое смещение теплоотводной площадки | | Не более чем 25% от ширины теплоотводной площадки. | | |
| Торцевое смещение теплоотводной площадки | | Не допускается. | | |
| Минимальная ширина галтели припоя с торца теплоотводной площадки | | Галтель припоя охватывает весь периметр теплоотводной площадки. | | |

## 8.2.14 Компоненты с теплоотводными площадками, расположенными под корпусом (продолжение)

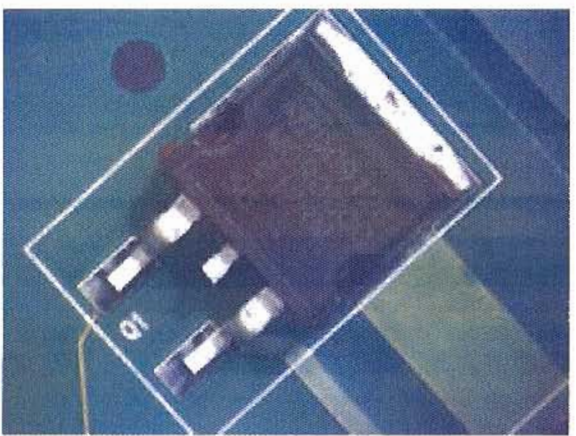


Рисунок 8-152

**Образец – класс 1,2,3**

*Отсутствие бокового смещения теплоотводной площадки.

*Периметр теплоотводной площадки смочен припоем на 100%.

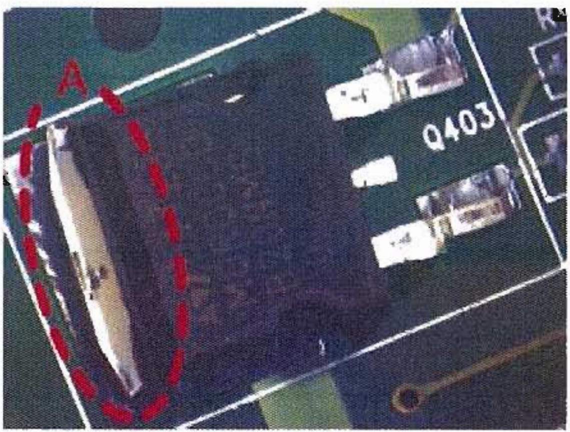


Рисунок 8-153

**Приемка – класс 1,2,3**

*Боковое смещение теплоотводной площадки (А) не превышает 25% ширины площадки.

*Галтель припоя с торца теплоотводной площадки компонента образует 100% контакт с контактной площадкой печатной платы.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Боковое смещение теплоотводной площадки составляет более, чем 25% от ее ширины.

*Край теплоотводной площадки компонента выступает за пределы контактной площадки печатной платы.

*Галтель припоя с торца теплоотводной площадки компонента образует менее, чем 100% контакт с площадкой печатной платы.




Данная страница специально оставлена пустой.

# 9 Повреждения компонентов

В данном разделе рассмотрены следующие вопросы:

**9 Повреждения компонентов**

# 9.1 Потеря металлизации/Растворение металлизации

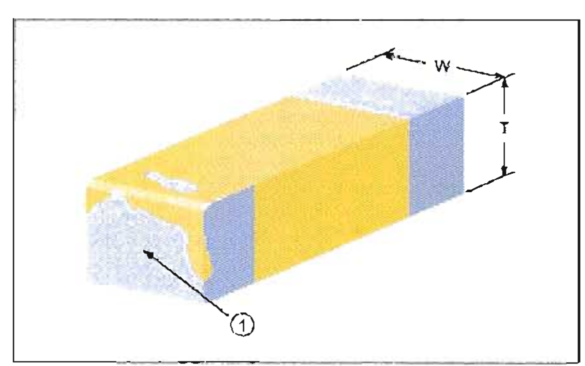



Рисунок 9-1
1. Растворение металлизации (выщелачивание)

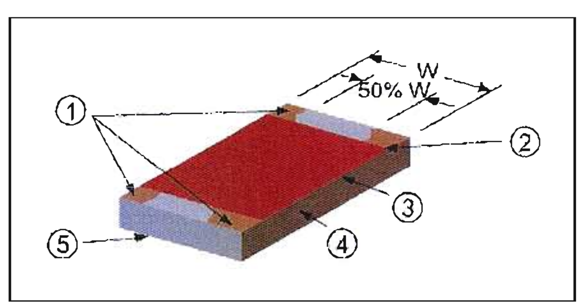



Рисунок 9-2
1. Отсутствие металлизации
2. Адгезионное покрытие
3. Резистивный элемент
4. Подложка (керамическая/алюминиевая)
5. Вывод компонента



Рисунок 9-3

**Приемка – класс 1,2,3**

*Растворение металлизации (Рисунок 9-1,2) на любой контактной поверхности не превышает 25% ширины компонента (W) или толщины компонента (T), Рисунок 9-3

*Потеря максимум 50% металлизации в верхней торцевой части (для каждого вывода компонента), Рисунки 9-1,2

# 9.1 Потеря металлизации/Растворение металлизации (продолжение)

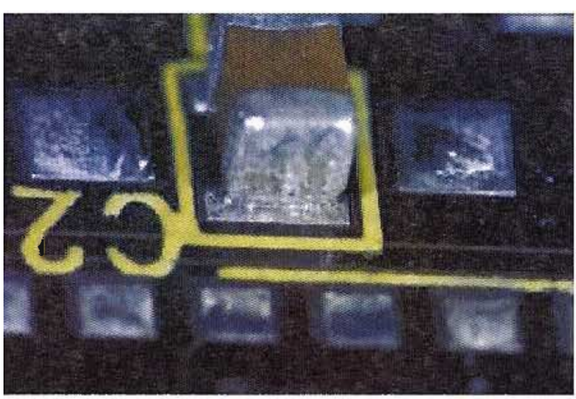


Рисунок 9-4

**Дефект: класс 1,2,3**

*Растворение торцевой части контактной поверхности чип-конденсатора оголяет керамику, Рисунок 9-4.

*Растворение металлизации на любой контактной поверхности превышает 25% ширины компонента (W) или толщины компонента (Т), Рисунки 9-1 и 9-5.

*Потеря металлизации верхнего участка превышает 50%, Рисунки 9-5 и 9-6.

*Беспорядочные структуры, выходящие за минимальные или максимальные габариты компонента данного типа, Рисунки 9-2, 9-3 и 9-6.



Рисунок 9-5


Рисунок 9-6

# 9.2 Сколы резистивных элементов чип-резисторов

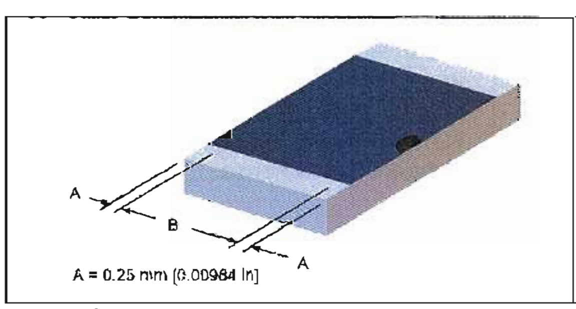


Рисунок 9-7

**Приемка – класс 1,2,3**

*Для чип-резисторов типа 1206 и крупнее допускаются любые сколы (царапины) верхней плоскости (прозрачного защитного покрытия), распространяющиеся менее чем на 0,25 мм (0,00984 дюйма) от края чип-компонента.

*Отсутствие повреждения резистивного элемента на участке В.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Любые сколы резистивного элемента.

## 9.3 Выводные/Безвыводные компоненты

Данные требования применяются к выводным и безвыводным компонентам

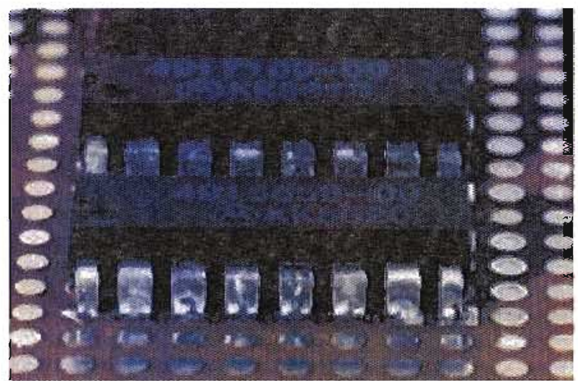



Рисунок 9-8

**Образец – класс 1,2,3**
*Финишное покрытие не повреждено.
*На корпусе компонента отсутствуют царапины, сколы и микротрещины.
*Четкая маркировка.




Рисунок 9-9

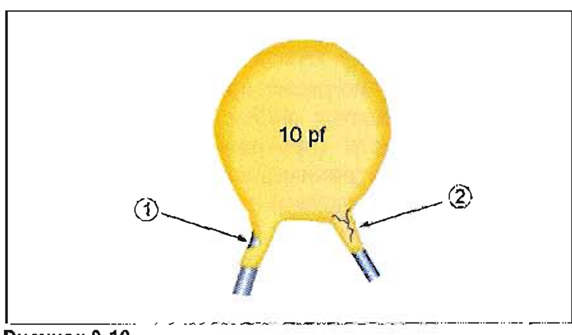
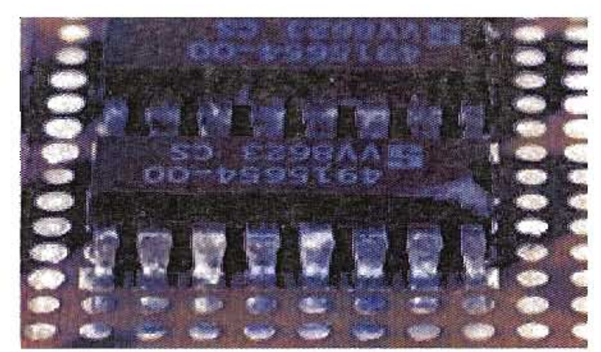



Рисунок 9-10
1. Скол
2. Трещина

**Приемка – класс 1,2,3**
*Небольшие царапины, сколы или трещины поверхности не оголяют подложку компонента или его рабочий элемент.
*Структурная целостность не нарушена.
*Отсутствие трещин, повреждений корпуса или выводов компонента.

# 9.3 Выводные/Безвыводные компоненты (продолжение)


Рисунок 9-11

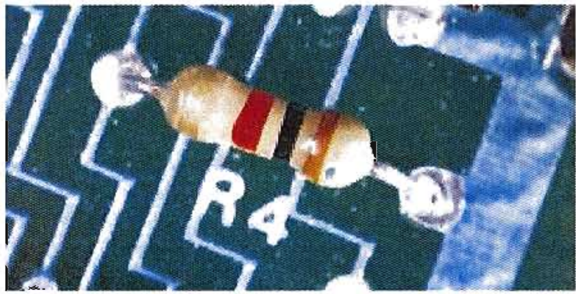


Рисунок 9-12



Рисунок 9-13

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2,3**

*Зазубрины или сколы на компонентах в **пластиковых** корпусах не нарушают герметизацию выводов или корпуса компонента и не оголяют внутренний функциональный элемент, Рисунки 9-11, 9-12.

*Повреждение компонента не нарушило его требуемую маркировку.

*Изоляция/герметизация компонента имеет повреждение при условии, что:

*Поврежденная поверхность не увеличивается.

*Оголенная проводящая поверхность компонента не вызывает опасности замыкания с соседними компонентами или проводниками.

**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**

*Сколы на краях компонентов в **керамических** корпусах не:

*Распространяются внутрь герметизации выводов и корпуса компонента.

*Являются источником образования трещин, *(распространяющихся от сколов по корпусу или выводам компонента – прим. ред.).*

# 9.3 Выводные/Безвыводные компоненты (продолжение)

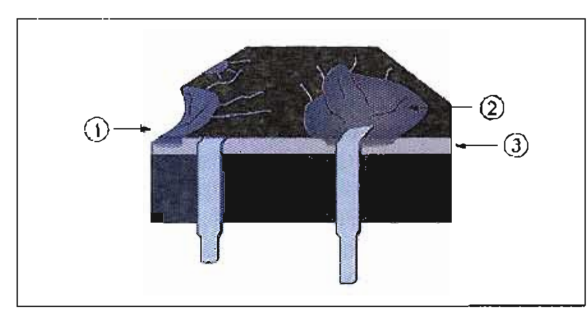



**Рисунок 9-14**
1. **Скол распространяется на герметик**
2. **Оголенный вывод**
3. **Герметик**



**Рисунок 9-15**



**Рисунок 9-16**

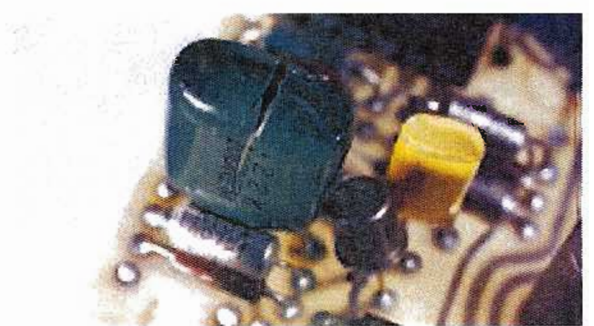


**Рисунок 9-17**

**Дефект: класс 1,2,3**

*Трещина или скол:

*Распространяются внутрь герметизации компонента, Рисунок 9-14.

*Оголяет вывод в зоне, которая в нормальном состоянии закрыта, Рисунок 9-14.

*Оголяет внутренний функциональный элемент или целостность компонента, Рисунки 9-15, 9-16, 9-17, 9-18, 9-19, 9-20.

*Наличие трещин, распространяющихся от скола на компоненте в керамическом корпусе, Рисунок 9-14.

*Сколы и трещины в стеклянном корпусе компонента, Рисунок 9-18.

*Треснут или поврежден стеклянный шарик изолятора вывода (не показано).

*Маркировка компонента утеряна в связи с его повреждением.

*Повреждение изоляционного покрытия простирается так далеко, что оголяет внутренний функциональный элемент, или изменена форма компонента, Рисунок 9-16.

*Поврежденный участок заметно расширяется.

*Повреждение допускает потенциальное электрическое замыкание соседних компонентов или токоведущих частей изделия.

# 9.3 Выводные/Безвыводные компоненты (продолжение)



**Рисунок 9-18**

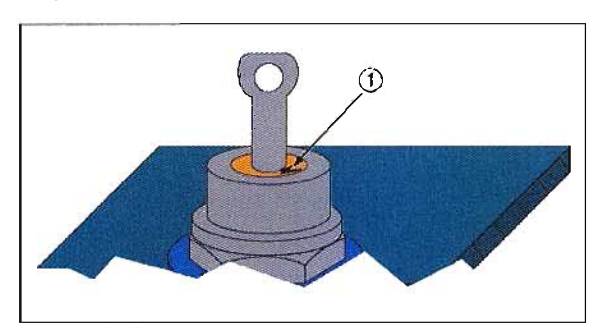
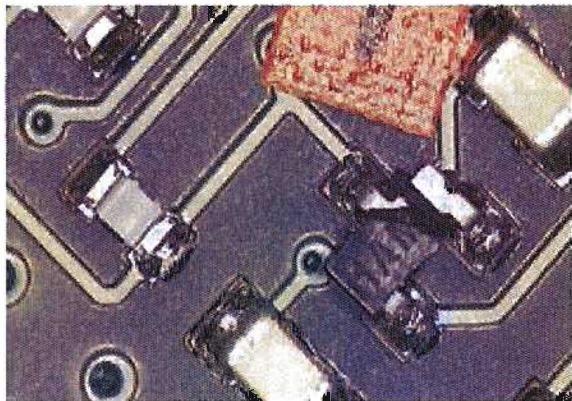


**Рисунок 9-19**
**1. Треснувший изолятор**


**Рисунок 9-20**

## 9.4 Чип-компоненты



Рисунок 9-21

**Образец – класс 1,2,3**

*Отсутствие царапин, трещин или усталостного разрушения.

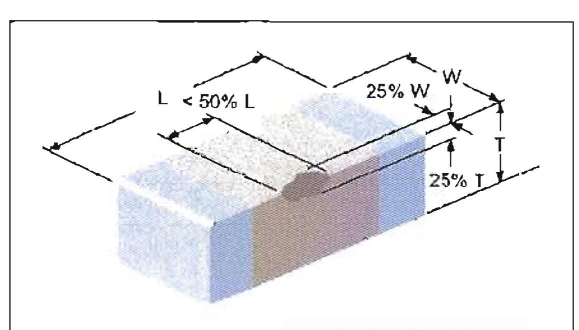



Рисунок 9-22

**Приемка – класс 1,2**

*Царапины или сколы не превышают размеров, заданных таблицей 9-1, для каждого дефекта в отдельности.

**Таблица 9-1 Критерии оценки сколов**

| | |
|---|---|
| (T) | 25% толщины |
| (W) | 25% ширины |
| (L) | 50% длины |



Рисунок 9-23

**Дефект: класс 1,2**

(Рисунки 9-22 – 27)

*Любая царапина или скол, оголяющая электроды.

*Сколы, трещины или повреждение любого рода компонентов в стеклянных корпусах.

*Любые сколы резистивного элемента.

*Любые трещины или усталостное разрушение.

*Повреждения, превышающие требования Таблицы 9-1.

## 9.4 Чип-компоненты (продолжение)

**Дефект: класс 3**
*Любые царапины, трещины или усталостное разрушение корпусов компонентов.


Рисунок 9-24


Рисунок 9-25

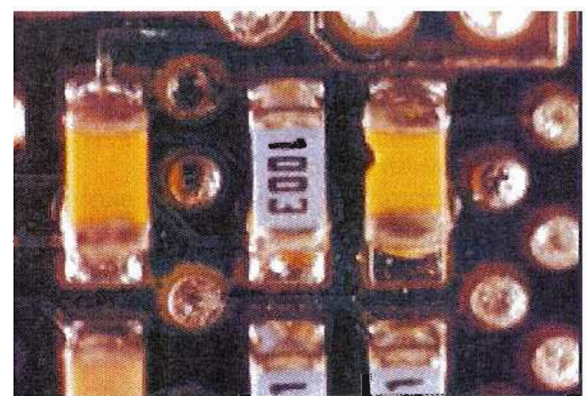


Рисунок 9-26

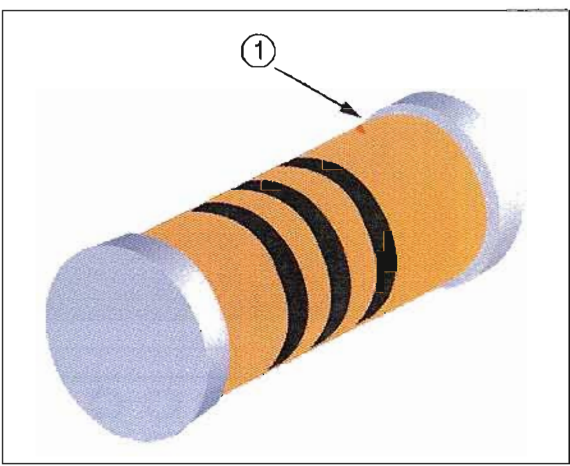
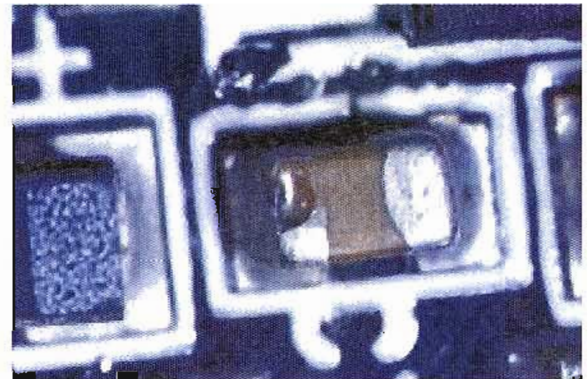


Рисунок 9-27
1.Царапина


Рисунок 9-28

## 9.5 Соединительные разъемы

Данные требования применяются к формованным из пластика гнездовым/вилочным частям соединительных разъемов. Соединительные штыри обычно закреплены в гнездовых частях разъемов с натягом. При необходимости штыри соединительного разъема вставляются в печатную плату и к обратной их стороне крепятся вилочные части разъема. Визуальная оценка качества гнездовых и вилочных частей включает оценку механических повреждений, таких как трещины и деформация, а также контроль того, что гнездовые части правильно состыкованы с вилочными частями разъема печатной платы.

**Образец – класс 1,2,3**

*Отсутствие видимых механических повреждений.

*Гнездовые части плотно соприкасаются с поверхностью печатной платы.

*Отсутствуют ожоги, оплавления вилочных/гнездовых частей соединительных разъемов.

*Отсутствуют трещины вилочных/гнездовых частей соединительных разъемов.

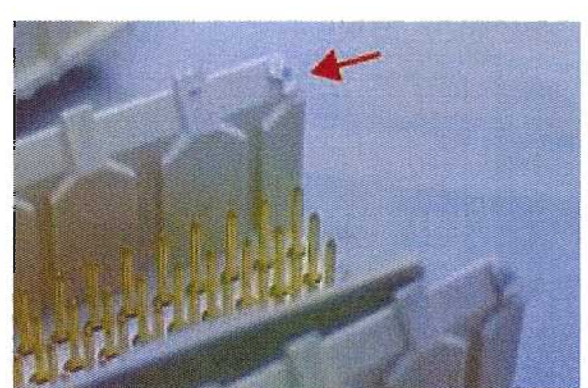


Рисунок 9-29

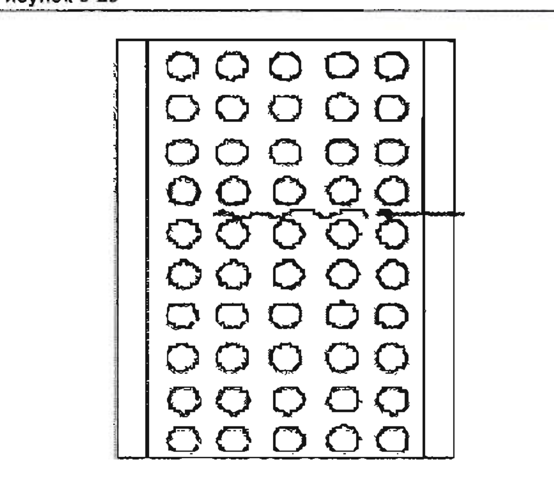


Рисунок 9-30

**Приемка – класс 1,2**

*Ожоги/оплавления пластика гнездовой части не мешают соединению разъема.

*Трещина в области, не являющейся критичной (не влияет на целостность вилочной/гнездовой части разъема).

**Приемка – класс 3**

*Отсутствие трещин в вилочной/гнездовой части разъема.

## 9.5 Соединительные разъемы (продолжение)

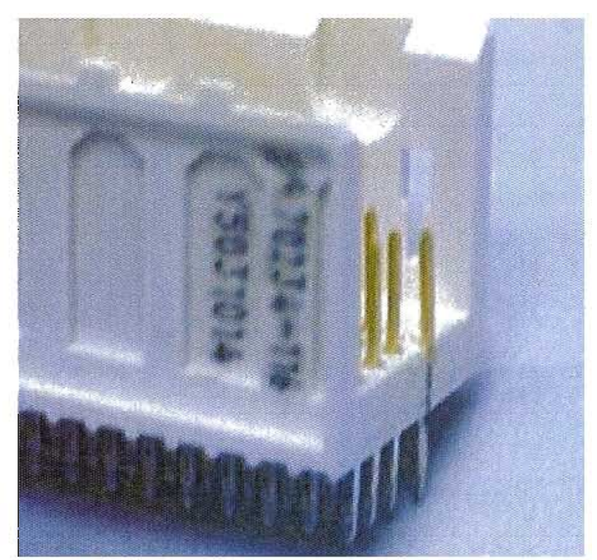


Рисунок 9-31

**Дефект: класс 1,2,3**

*Трещины или другие деформации, которые нарушают механическую целостность или влияют на функциональность гнездовой части.

*Трещины встречаются на боковой поверхности основания разъема.

*Соединительная поверхность под гнездовой частью разъема не вплотную прилегает к поверхности печатной платы или ее возвышение над поверхностью платы не лежит в пределах 0.25мм (0.010 дюйма).

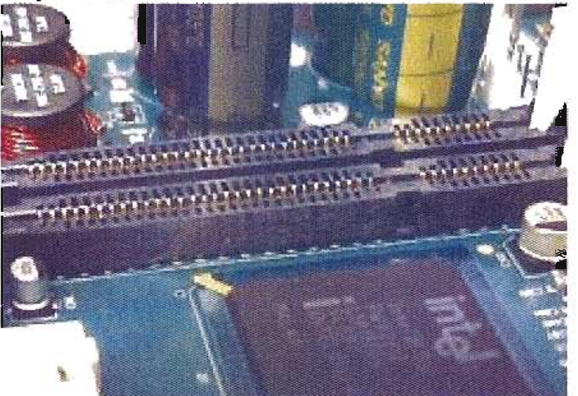


Рисунок 9-32

**Приемка – класс 1,2,3**

*Отсутствие обугливания или оплавления пластиковых частей разъема.

*Незначительные сколы, царапины или обугливания, которые не влияют на формы, размер или функции разъема.

**Индикатор процесса – класс 2,3**

*Незначительное обесцвечивание частей разъема.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Явное обугливание или обгорание частей разъема.

*Сколы, царапины или обугливания, которые влияют на формы, размер или функции разъема.

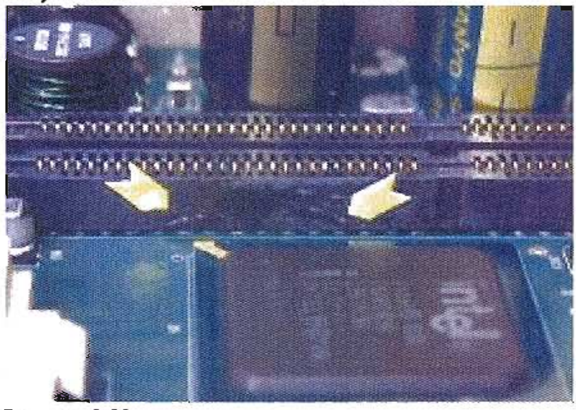


Рисунок 9-33

Эта страница специально оставлена пустой

# 10 Печатные платы и электронные сборки

В этом разделе рассматриваются следующие вопросы:

## 10.1 Золоченые контакты

Дополнительные способы оценки золоченых контактов приводятся в стандарте IPC-A-600 и серии стандартов IPC-6010.

Контроль обычно проводится без подсветки и увеличения *(невооруженным глазом – прим. перевод.)*. Однако, в некоторых случаях, необходимо использование увеличения и подсветки, например, в случаях коррозии пор, загрязнения поверхности.

Размер критической области контакта (любая часть, контактирующая с металлизированными поверхностями разъема) зависит от схемы контактирования, применяемой производителем. Эти специальные размеры должны быть отражены в документации.

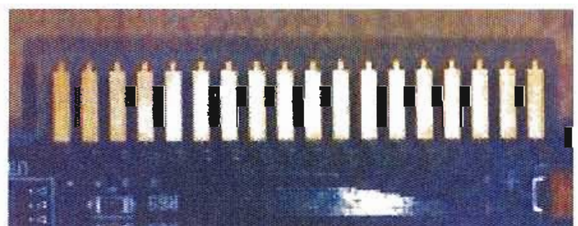


**Рисунок 10-1**

**Образец-класс 1,2,3**

*Отсутствие загрязнений на золоченых контактах.

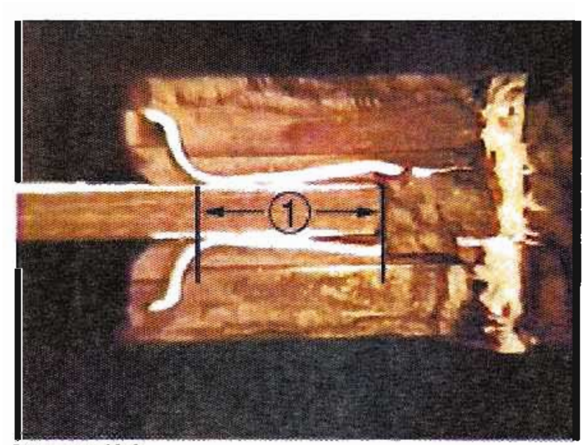



**Рисунок 10-2**

**1.Критическая область соприкосновения краевых штырей с пружинным контактом**

**Приемка – класс 1,2,3**

*Допускается наличие припоя на неконтактных участках золоченых контактов.

## 10.1 Золоченые контакты (продолжение)

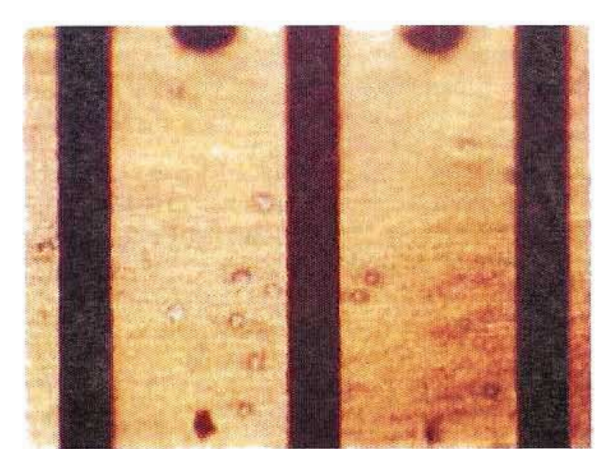


Рисунок 10-3

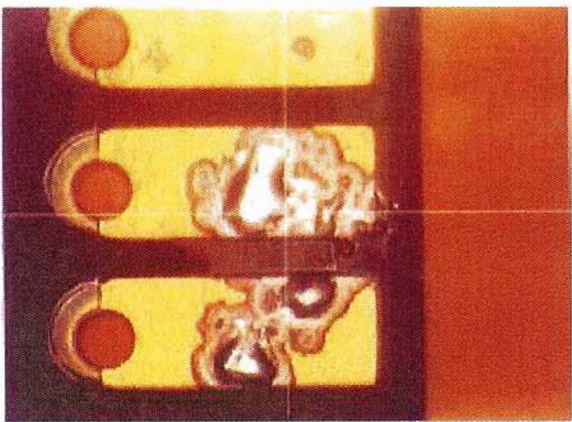


Рисунок 10-4

**Дефект: класс 1,2,3**

*Наличие в критической контактной области припоя, любого металла или других загрязнений, кроме золота.

# 10.2 Повреждения ламината

Целью данного раздела является помочь читателю лучше разобраться в проблеме идентификации дефектов ламинатов. В дополнение к детализованным рисункам и фотографиям, призванным помочь распознать общие дефекты ламинатов, в данном разделе также приведены требования приемки плат с мизлингом.

Данный раздел основан на требованиях стандарта IPC-A-600.

Идентификация дефектов ламинатов (фольгированных диэлектриков) может быть запутанной. Идентифицировать условия дефекта помогут приведенные на следующих далее страницах определения, иллюстрации и фотографии, предоставляющие точное определение, идентифицирующие следующие условия и устанавливающие критерии приемки:

*Наличие мизлинга.

*Наличие сетки трещин.

*Наличие пузырей.

*Расслоение.

*Волнообразная структура.

*Волновая экспозиция.

*Ореол.

Важно иметь в виду, что дефекты ламината могут стать очевидными при получении изготовителем материала после прессования, или в процессе изготовления или сборки печатной платы.

## 10.2.1 Повреждения ламината – Мизлинг и сетка трещин

Это является неотъемлемым свойством ламината, вызванным обработкой платы или печатного узла.
Мизлинг и сетка трещин, возникшие в результате процессов сборки (то есть запрессовки штырей, оплавления и так далее), обычно далее не распространяются.
В случаях, когда на плате есть мизлинги, нарушающие величину минимального электрического зазора, могут потребоваться дополнительные эксплуатационные испытания или измерения электрического сопротивления, которые учитывают рабочие условия изделия, например: влажность, низкая атмосфера.
В случае, когда подложка содержит внедренные компоненты, могут понадобиться дополнительные критерии оценки.

**Мизлинг** – Внутренне состояние, возникающее в материале основы ламината (базовом материале), где волокна стекловолокна отделены от смолы на тканой перемычке. Собственно, само состояние проявляется в виде отдельных белых точек или перемычек под поверхностью материала основы, и обычно связано с тепловым ударом.

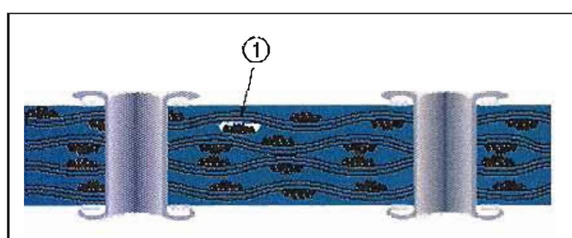



**Рисунок 10-5**
**1. Мизлинг**



**Рисунок 10-6**

**Образец – класс 1,2,3**
*Отсутствие мизлинга.

**Приемка – класс 1**
*Мизлинг присутствует, но изделие функционирует.

**Приемка – класс 2,3**
*Зоны мизлинга в материале основы ламината не превышают 50% от расстояния между внутренними проводниками.

**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**
*Зоны мизлинга в материале основы ламината превышают 50% от расстояния между внутренними проводниками.

# 10.2.1 Повреждения ламината - Мизлинг и сетка трещин (продолжение)

**Сетка трещин** – Внутренне состояние, возникающее в материале основы ламината (базовом материале), где волокна стекловолокна отделены от смолы на тканой перемычке. Собственно, само состояние проявляется в форме связанных белых точек или перемычек под поверхностью материала основы, и обычно связано с механическим воздействием.

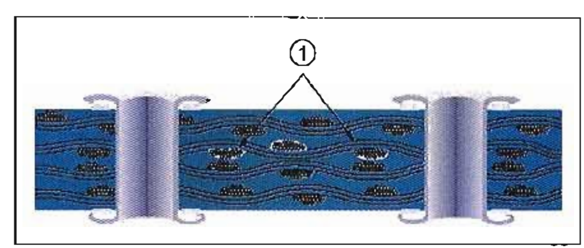



**Рисунок 10-7**
**1.Сетка трещин**

**Образец – класс 1,2,3**
*Отсутствие сетки трещин.

**Приемка – класс 1**
*Сетка трещин присутствует, но изделие функционирует.

**Приемка – класс 2,3**
*Поверхность в материале основы ламината, охваченная сеткой трещин не превышает 50% от расстояния между электрически не связанными проводниками.
*Сетка трещин не уменьшает величину минимального электрического зазора.

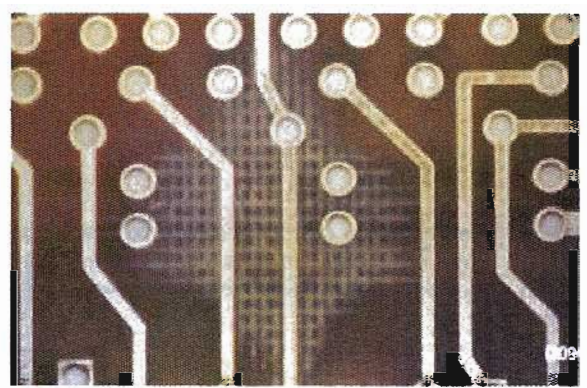


**Рисунок 10-8**

**Дефект: класс 2,3**
*Поверхность в материале основы ламината, охваченная сеткой трещин превышает 50% от расстояния между электрически не связанными проводниками.
*Расстояние между проводниками меньше минимального электрического зазора.
*Не допускается наличие сетки трещин на краю платы, которая уменьшает минимальное расстояние между краем платы и проводящим рисунком, или более чем 2.5 мм (0.0984 дюйма), если особо не оговорено в документации.

## 10.2.2 Повреждения ламината - Образование пузырей и расслоение

Расслоение и образование пузырей происходит в основном в результате присущего материалу или процессу ослабления. Расслоение или образование пузырей между нефункциональными и функциональными участками может считаться приемлемым, если дефекты не обладают электропроводностью и соответствуют другим требованиям.

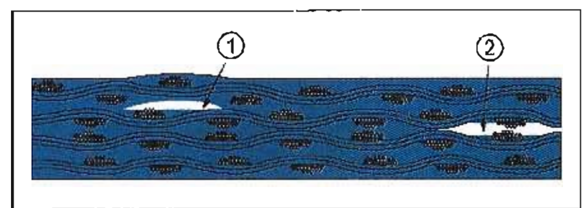



**Рисунок 10-9**
1. **Образование пузырей**
2. **Расслоение**

**Образование пузырей** – Расслоение в форме местного вздутия и отделения некоторых слоев от материала основы ламината, или отделения материала основы от электропроводной фольги или защитного покрытия.

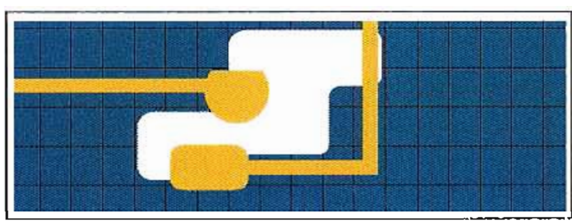


**Рисунок 10-10**

**Расслоение** – Разделение волокон внутри материала основы, отделение материала основы и электропроводной фольги от печатной платы, или иного расслоения по плоскости.

## 10.2.2 Повреждения ламината - Образование пузырей и расслоение (продолжение)

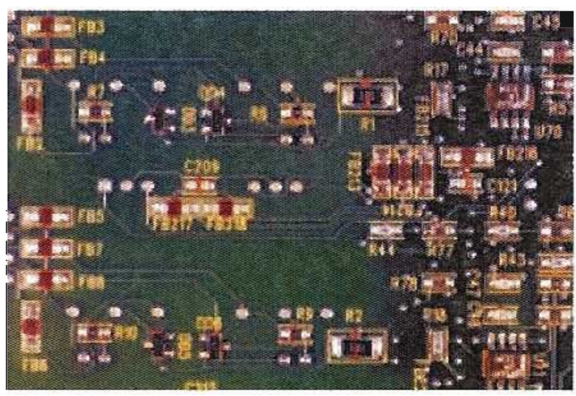


Рисунок 10-11

**Образец – класс 1,2,3**

*Отсутствие пузырей или расслоения.

**Приемка – класс 1,2,3**

*Образование пузырей/расслоение не перекрывает более 25% от расстояния между металлизированными переходными отверстиями или внутренними проводниками.

## 10.2.2 Повреждения ламината - Образование пузырей и расслоение (продолжение)

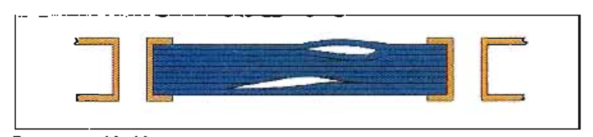
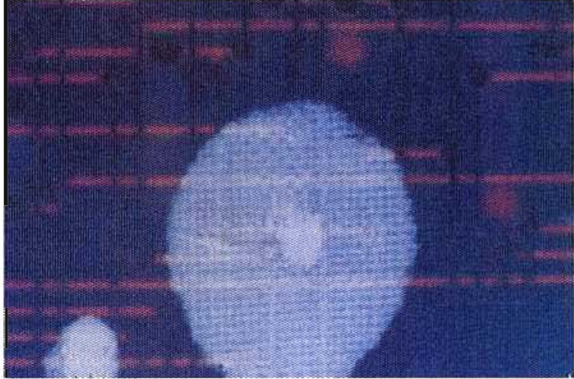

Рисунок 10-12

Рисунок 10-13


Рисунок 10-14


Рисунок 10-15

**Дефект: класс 1,2,3**

*Пузыри/расслоения превышают 25% расстояния между переходными металлизированными отверстиями или внутренними проводниками

*Пузыри/расслоения сокращают минимальный электрический зазор между проводящими частями печатной платы.

**Примечание:**

Области образования пузырей или расслоения могут увеличиваться в процессе установки компонентов или эксплуатации изделия. Может понадобиться необходимость в применении отдельных критериев оценки.

## 10.2.3 Повреждения ламината - Текстура/оголение ткани

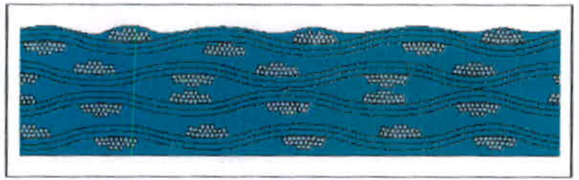


Рисунок 10-16

**Текстура ткани** – Состояние поверхности материала основы, в котором тканевая основа стекловолокна прозрачна, хотя волокна полностью покрыты смолой.

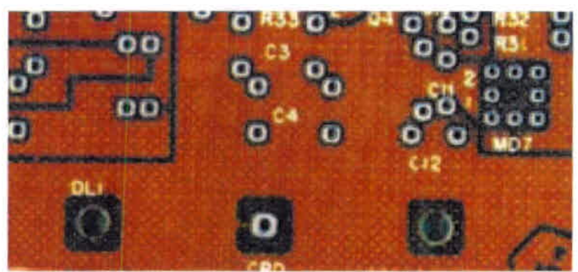



Рисунок 10-17

**Приемка – класс 1,2,3**

*Текстура ткани является условием приемки для всех классов, но из-за внешней схожести ее легко перепутать с оголением ткани.

**Примечание**: В качестве контроля данного состояния можно использовать микрошлиф.

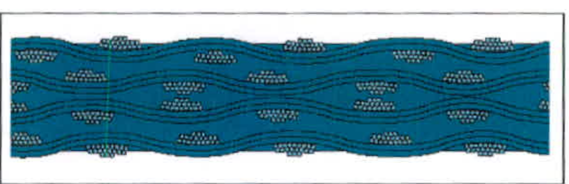


Рисунок 10-18

**Оголение ткани** – Состояние поверхности материала основы, при котором стекловолокно не полностью покрыто смолой.

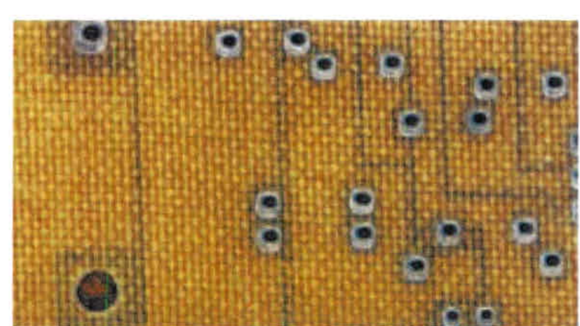


Рисунок 10-19

**Образец – класс 1,2,3**

*Отсутствие оголенной ткани.

**Приемка – класс 1,2,3**

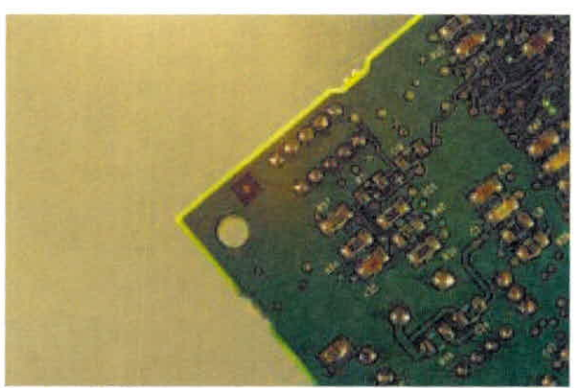
*Оголение ткани не уменьшает расстояния между проводящими элементами рисунка печатной платы ниже заданных минимальных значений.

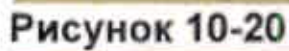
**Дефект: класс 1,2,3**

*Оголение ткани уменьшает расстояния между проводящими элементами рисунка печатной платы ниже заданных минимальных значений.

# 10.2.4 Повреждения ламината - Ореол и краевое расслоение

**Ореол** – состояние, существующее в материале основы в форме светлого участка вокруг отверстий или вокруг других обработанных участков над или под поверхностью материала основания.




Рисунок 10-20

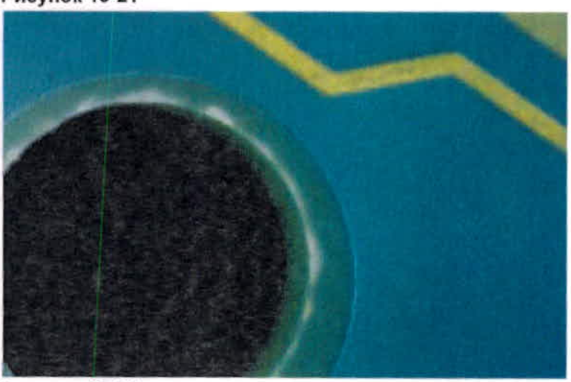
**Образец-класс 1,2,3**

*Отсутствие ореола или краевого расслоения.


Рисунок 10-21

**Приемка – класс 1,2,3**

*Глубина проникновения ореола или краевого расслоения не должна снижать расстояние от края более чем на 50% от заданного в конструкторских чертежах или иной аналогичной документации значения. Если данное значение не указано, расстояние от ореола или краевого расслоения до проводника должно быть больше, чем 0,127 мм (0.005 дюйма). Максимальный ореол или краевое расслоение не должно быть больше 2,5 мм (0,0984 дюйма)


Рисунок 10-22

## 10.2.4 Повреждения ламината - Ореол и краевое расслоение (продолжение)

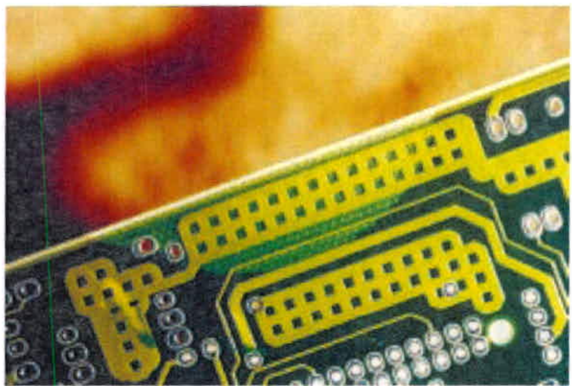


Рисунок 10-23



Рисунок 10-24

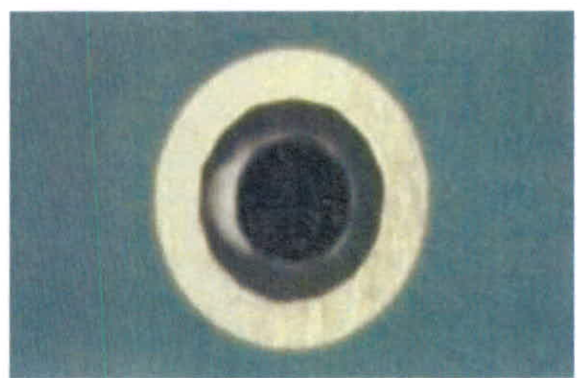


Рисунок 10-25

**Дефект: класс 1,2,3**

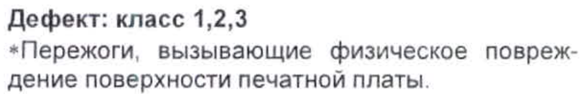
*Глубина проникновения ореола или краевого расслоения на краях платы, вокруг отверстий или прорезей уменьшает расстояние от края платы до ближайшего проводника более чем на 50% от заданного значения, или менее чем до 0,127 мм (0.005 дюйма), или распространяется более чем на 2,5 мм (0,0984 дюйма) от края платы (выбирается наименьшее значение).

## 10.2.5 Повреждения ламината – Розовое кольцо

Не существует безоговорочного доказательства того, что розовое кольцо влияет на функционирование. Наличие большого розового кольца может считаться индикатором процесса или отклонением конструкции, но не причиной отбраковки. В центре внимания должно быть качество ламината.

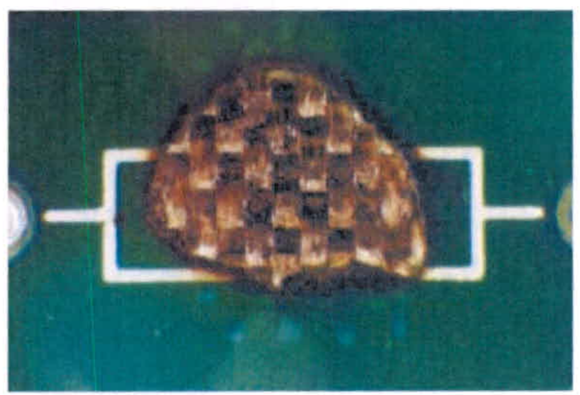
## 10.2.6 Повреждения ламината – Пережоги


Рисунок 10-26


**Дефект: класс 1,2,3**

*Пережоги, вызывающие физическое повреждение поверхности печатной платы.


Рисунок 10-27


Рисунок 10-28

## 10.2.7 Повреждения ламината – Изгиб и перекручивание

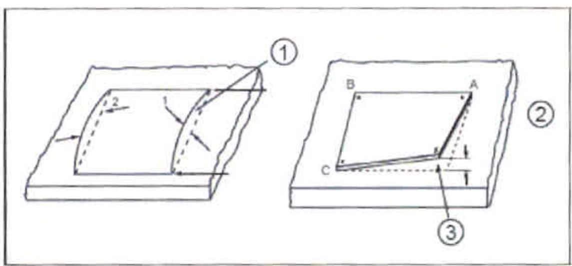



**Рисунок 10-29**
1. **Изгиб**
2. **Точки А, В и С являются базой касания**
3. **Перекручивание**

**Приемка – класс 1,2,3**

*Изгиб и перекручивание не вызывают повреждения при операциях после пайки или при эксплуатации. Следует учитывать «Форму, стыковку и функционировние», а также надежность изделия.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Изгиб и перекручивание вызывают повреждения при операциях после пайки или при эксплуатации.

**Примечание**: Изгиб и перекручивание не должны превышать 1,5% для плат с монтажом в отверстия и 0,75% для плат поверхностного монтажа (Документ IPC-TM-650, 2.4.22).

## 10.2.8 Повреждения ламината – Гибкое и полужесткое соединение шлейфами

### 10.2.8.1 Повреждения ламината – Гибкое и полужесткое соединение шлейфами – Заусенцы и разрывы

На зачищенной кромке гибкого шлейфа или гибкой секции полужесткого шлейфа не должно быть заусенцев, зазубрин, отслоения ламината или разрывов, превышающих допустимые пределы, заданные для этих дефектов в документах на поставку. Минимальное расстояние от кромки до проводника должно быть определено в документах на поставку.
Деформация жесткой платы должна соответствовать образцовому чертежу или индивидуальной спецификации.
**Примечание:** Для поверхностного монтажа или для монтажа в отверстия, требования к установке, паяным соединениям, чистоте гибких шлейфов и т.д. соответствуют требованиям других разделов этого стандарта.

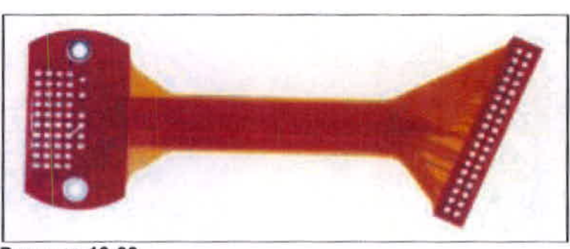


**Рисунок 10-30**

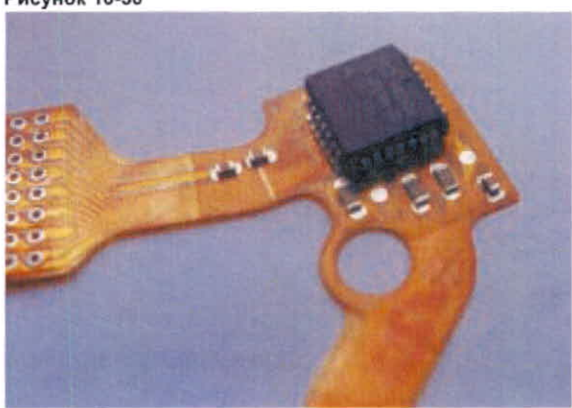


**Рисунок 10-31**

**Образец – класс 1,2,3**

*Отсутствие заусенцев или разрывов. Обеспечено минимальное расстояние от кромки до проводника.

*На зачищенной кромке гибкого шлейфа или гибкой секции шлейфа отсутствуют заусенцы, зазубрины, отслоения ламината или разрывы.

# 10.2.8.1 Повреждения ламината – Гибкое и полужесткое соединение шлейфами – Заусенцы и разрывы (продолжение)

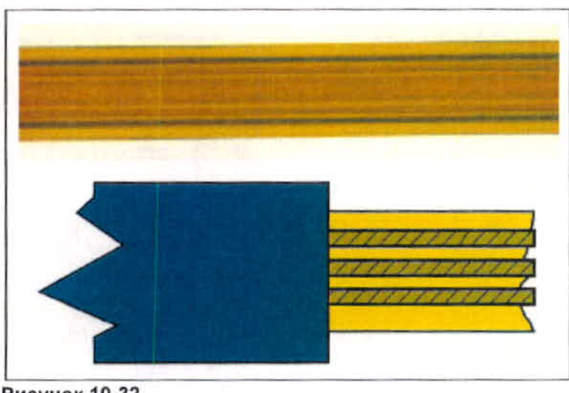


Рисунок 10-32

**Приемка – класс 1,2,3**

*Отсутствие заусенцев или разрывов, превышающих допустимые границы, заданные для этих дефектов в документах на поставку

*Расстояние от кромки до проводника для гибкого шлейфа находится в пределах требований, заданных документами на поставку.

*Заусенцы или ореолы, расположенные по периметру кромок гибких шлейфов, срезов, и монтажных отверстий находятся в пределах, не превышающих 50% расстояния от кромки до ближайшего проводника, или 2,5 мм (0,0984 дюйма) (выбирается меньшее значение).

*Область образования пузырей или расслоений между гибким шлейфом и жесткой платой не должна превышать 20% от общей области контакта, при условии, что толщина пузыря не превышает толщины жесткой платы.

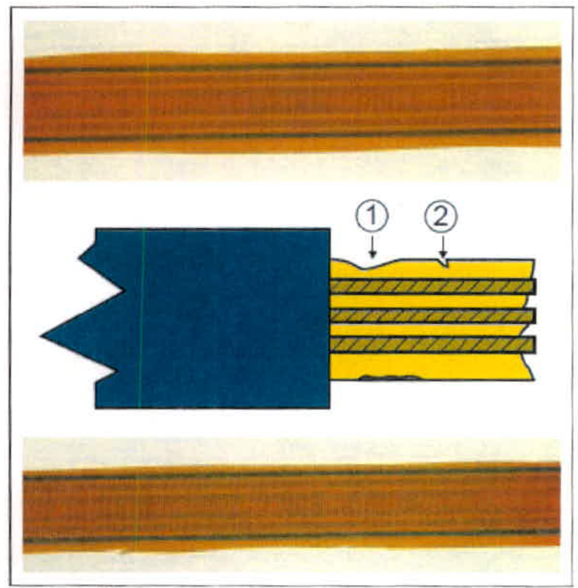



Рисунок 10-33
1. Заусенец
2. Разрыв



Рисунок 10-34

**Дефект: класс 1,2,3**

*Заусенцы, разрывы, ореолы или нарушения структуры, распространяющиеся более чем на 50% расстояния от кромки до ближайшего проводника или 2.5 мм (0.098 дюйма) (выбирается наименьшее значение), или превышающие допустимые границы, заданные в документах на поставку.

*Расстояние от кромки до проводника не соответствует установленным требованиям.

*Область образования пузырей или расслоения между гибким шлейфом и жесткой платой превышает 20% от общей области контакта.

# 10.2.8.2 Повреждения ламината – Гибкое и полужесткое соединение шлейфами – Расслоение жестких плат

Иногда происходит расслоение между гибким шлейфом и краем жесткой платы в процессе оплавления, отмывки и других технологических процессов.

**Приемка – класс 1,2,3**

*Расстояние от края жесткой платы в прямом сечении 0,5 мм (0.0197 дюйма) или менее.

*Расстояние от края жесткой платы до места соединения 0,3 мм или менее.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Расстояние от края жесткой платы в прямом сечении превышает 0,5 мм (0.0197 дюйма).

*Расстояние от края жесткой платы до места соединения 0,3 мм (0.012 дюйма).

# 10.2.8.3 Повреждения ламината – Гибкое и полужесткое соединение шлейфами – Обесцвечивание

**Приемка – класс 1,2,3**

*Обесцвеченный проводник должен соответствовать требованиям электрической прочности диэлектрика, сопротивлению усталостного изгиба, сопротивлению изгиба и стойкости к температурным режимам пайки после того, как этот проводник был испытан на влагонепроницаемость в течение 96 часов при температуре 40°C и относительной влажности 40%.

**Приемка – класс 1**

*Минимальное обесцвечивание.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Обесцвеченный проводник не соответствует требованиям к электрической прочности диэлектрика, сопротивлению усталостного изгиба, сопротивлению изгиба или стойкости к температурным режимам пайки после того, как этот проводник был испытан на влагонепроницаемость в течение 96 часов при температуре 40°C и относительной влажности 40%.

## 10.2.8.4 Повреждения ламината – Гибкое и полужесткое соединение шлейфами – Затекание припоя

Дополнительные иллюстрации приведены в стандарте IPC-A-600G, пункт 4.1.7

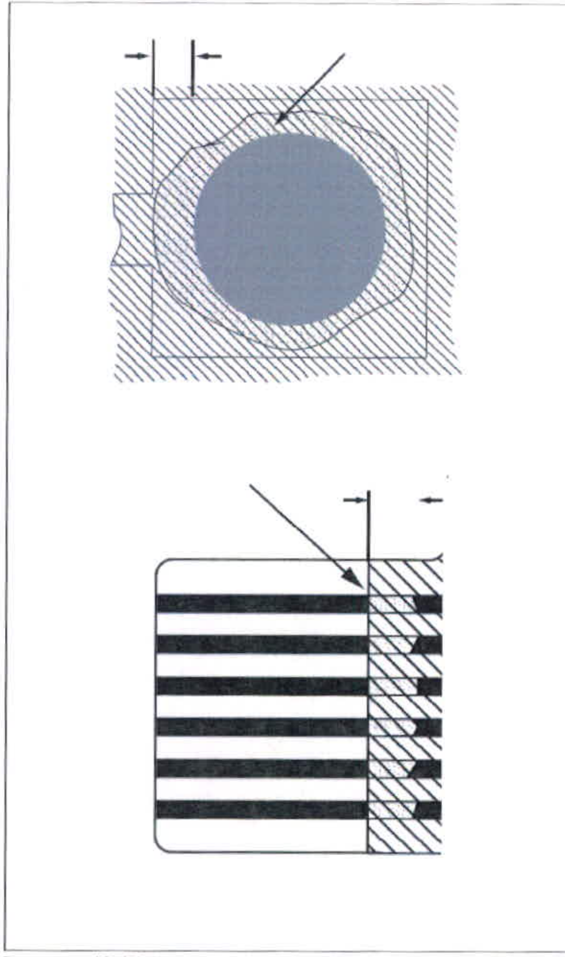


Рисунок 10-35

**Образец – класс 1,2,3**

*Припой или покрытие на контактной площадке охватывает всю открытую поверхность базового металла.

*Затекание припоя или миграция покрытия не распространяется на изогнутую часть гибкого шлейфа или на его гибкий переходной участок.

**Приемка – класс 1**

*По соглашению поставщика и покупателя.

*Покрытие припоем или миграция покрытия не искривляет и не изгибает переходной участок.

*Расстояние между соседними проводниками соответствует необходимым требованиям.

**Приемка – класс 2**

*Затекание припоя/миграция покрытия не выступает за пределы покрывающего слоя более, чем на 0.5 мм (0.20 дюйма).

*Затекание припоя или миграция покрытия не распространяется на изогнутую часть гибкого шлейфа или на его гибкий переходной участок.

*Расстояние между соседними проводниками соответствует необходимым требованиям.

**Приемка – класс 3**

*Покрытие припоем, миграция покрытия не выступает за пределы покрывающего слоя более, чем на 0,3 мм (0.012 дюйма).

*Покрытие припоем или миграция покрытия не распространяется на изогнутую часть гибкого шлейфа или на его гибкий переходной участок.

*Расстояние между соседними проводниками соответствует необходимым требованиям.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Несоответствие приведенным выше требованиям является дефектом.

## 10.2.9 Повреждения ламината – Повреждение проводников/контактных площадок

## 10.2.9.1 Повреждения ламината – Повреждение проводников/контактных площадок - Снижение площади поперечного сечения

В серии стандартов IPC-6010 представлены требования к снижению ширины и толщины печатных проводников.

**Дефекты проводников**. Геометрия печатных проводников определяется их шириной×толщиной×длиной. Эквивалентное поперечное сечение (ширина×толщина) не должно уменьшаться при любом сочетании дефектов более чем на 20% от минимального значения (минимальная толщина×минимальная ширина) для классов 2 и 3 и на 30% от минимального значения для класса 1.

**Снижение ширины проводников**. Допустимое снижение ширины проводников (заданное или полученное экспериментальным путем) вследствие дефектов изоляции (то есть неровностей, зазубрин, микроотверстий и царапин) не должно превышать 20% от минимальной ширины печатного проводника для классов 2 и 3 и 30% от минимальной ширины печатного проводника для класса 1.

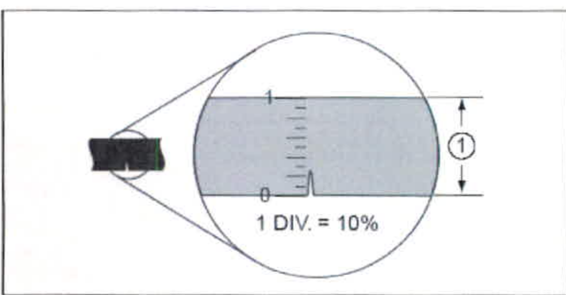



**Рисунок 10-36**
**1. Минимальная ширина проводника**

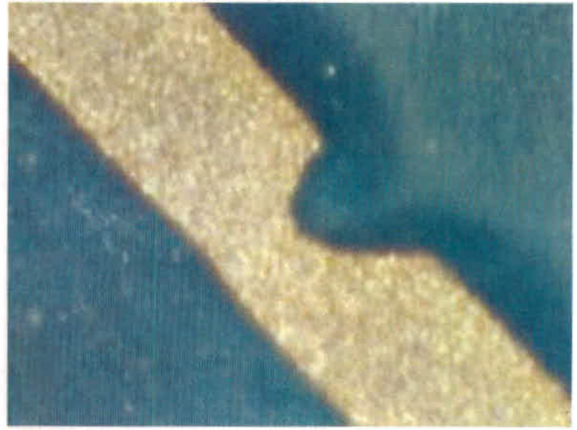


**Рисунок 10-37**

**Дефект: класс 1**

∗Снижение минимальной ширины печатного проводника более чем на 30%.

∗Снижение минимальной ширины печатного проводника или длины контактной площадки более чем на 30%.

**Дефект: класс 2,3**

∗Снижение минимальной ширины печатного проводника более чем на 20%.

∗Снижение ширины или длины контактной площадки более чем на 20%.

## 10.2.9.2 Повреждения ламината – Повреждение проводников/контактных площадок – Поднятые контактные площадки

Вариант, когда дальняя, нижняя кромка контактной площадки поднята или отделена от ламината более чем на толщину (высоту) самой контактной площадки.

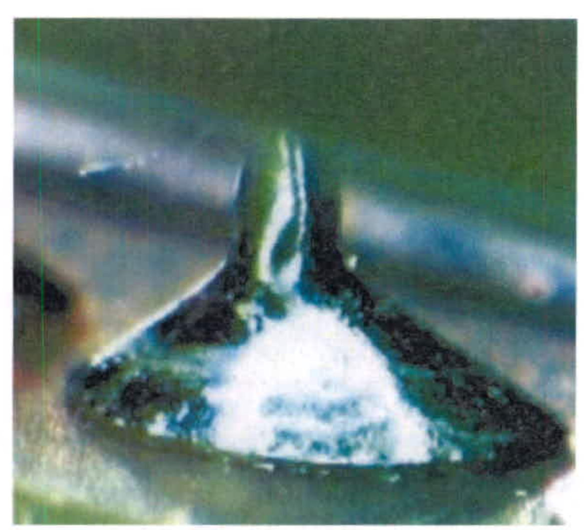


Рисунок 10-38

**Образец – класс 1,2,3**

*Отсутствует разделение поверхности ламината с проводником или контактной площадкой.

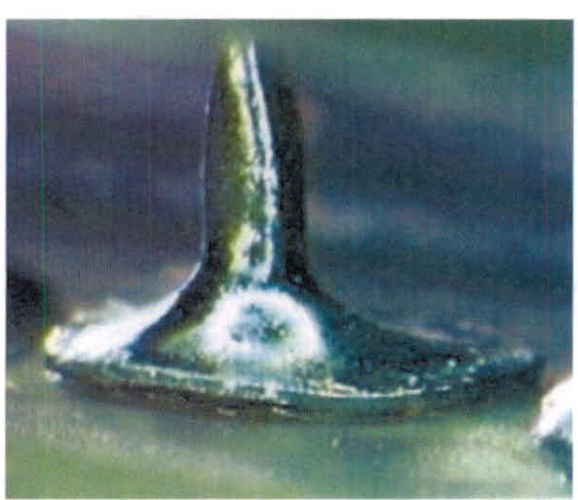


Рисунок 10-39

**Индикатор процесса – класс 1,2,3**

*Отслоение проводника или контактной площадки от поверхности ламината на высоту менее одной толщины контактной площадки.

**Примечание**. Поднятый и/или отделенный участок (участки) контактной площадки появляется обычно в результате процесса пайки, что требует немедленного анализа для выяснения основной причины. Следует приложить усилия для устранения и/или предотвращения подобных дефектов.

## 10.2.9.2 Повреждения ламината – Повреждение проводников/контактных площадок - Поднятые контактные площадки (продолжение)

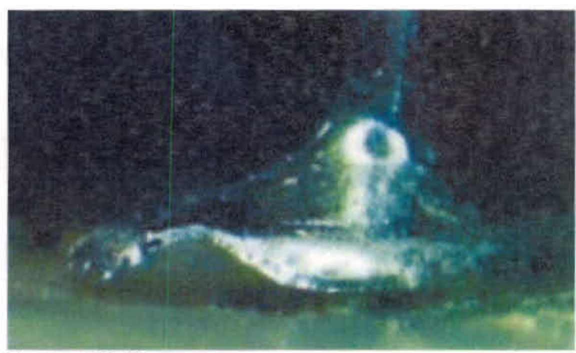



Рисунок 10-40



Рисунок 10-41

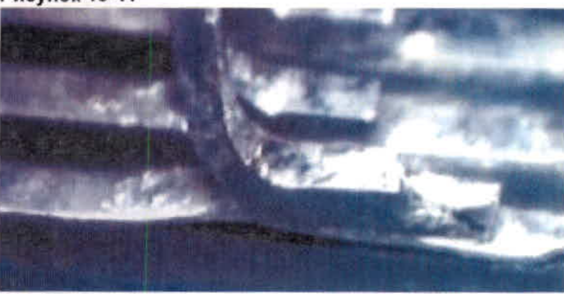


Рисунок 10-42

**Дефект: класс 1,2,3**

*Отслоение проводника или контактной площадки от ламината превышает одну толщину контактной площадки.

**Дефект: класс 3**

*Любой подъем контактной площадки печатной платы в случае, когда в контактной площадке имеется переходное отверстие.

## 10.2.9.3 Повреждения ламината – Повреждение проводников/контактных площадок – Механическое повреждение

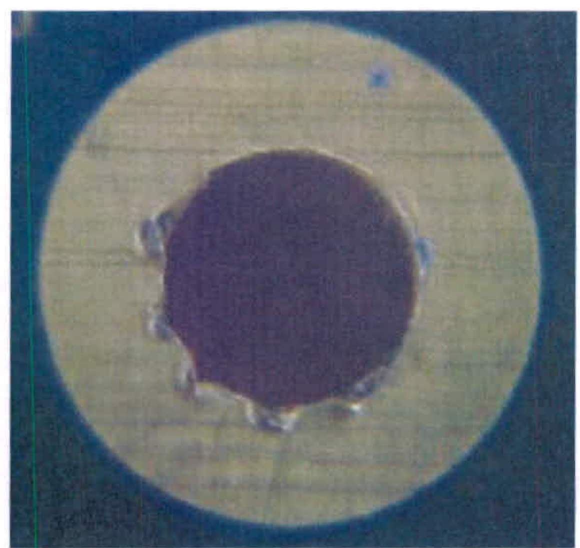


Рисунок 10-43

**Дефект: класс 1,2,3**

*Повреждение проводников или контактных площадок.

# 10.3 Маркировка

**Требования к приемке маркировки.**

Данный раздел охватывает требования приемки маркировки печатных плат и других электронных сборок.

Маркировкой обеспечивается как идентификация изделия, так и его отслеживаемость. Маркировка помогает при сборке, управлении технологическим процессом, и обслуживании в условиях эксплуатации. Применяемые для маркировки материалы должны служить поставленным целям и быть читаемыми, надежными и совместимыми с технологическими процессами; должны сохранять разборчивость в течение срока службы изделия.

В примеры маркировки этого раздела включены:

А) Электронные сборки:
Логотип компании;
Номер производственной партии платы и модификация;
Номер сборочной партии, номер группы и модификации;
Маркировка компонентов, включая условные обозначения и метки полярности (проверяются только перед процессами сборки/отмывки);
Отметки контроля соответствия и нормоконтроля;
Отметки нормативных/аттестационных организаций США и прочих соответствующих органов;
Индивидуальный серийный номер;
Код даты.

Б) Модули и стойки:
Логотип компании;
Идентификационный номер изделия, например, номер чертежа, модификация и серийный номер;
Информация по монтажу и использованию;
Соответствующие аттестационные таблички нормативных организаций.

Размещение и тип маркировок определяется технологическими и сборочными чертежами. Способ маркировки, заданный чертежами, будут иметь преимущество перед данным способом.

В общем случае не рекомендуется наносить дополнительные маркировки на металлические поверхности. Маркировка, служащая для сборки и контроля, не должна быть видна после монтажа компонентов.

Маркировка печатного узла (номера партии, серийные номера) должна оставаться разборчивой (читаемой и понимаемой в соответствии с требованиями этого стандарта) после всех испытаний, отмывки и прочих процессов, действию которых должно быть подвергнуто изделие.

Маркировки компонентов, условные обозначения и метки полярности должны быть разборчивы, компоненты необходимо устанавливать таким образом, чтобы была видна маркировка. Однако, если иное не предусмотрено требованиями, приемка производится в случае, когда маркировка повреждена или удалена в процессе отмывки. В случаях, когда требуется четкая, хорошо заметная маркировка, данные требования должны быть указаны в документах на поставку.

Производителю не разрешается преднамеренно изменять, стирать или удалять маркировку, если это не требуется сборочным чертежом/документацией. Дополнительная маркировка, такая, как наклейки, наносимые в ходе производственного процесса, не должны закрывать оригинальную маркировку поставщика. Постоянные наклейки должны отвечать требованиям раздела 10.3.5.3. Компоненты и другие детали не требуется устанавливать так, что их маркировка будет видимой после монтажа.

Приемка маркировки основана на визуальном контроле невооруженным глазом. Если требуется увеличение, не пользуйтесь кратностью больше 4X.

## 10.3.1 Маркировка – Нанесение маркировки травлением (включая ручное нанесение)

Ручное нанесение может включать в себя маркировку несмываемыми чернилами или механической установкой для травления.

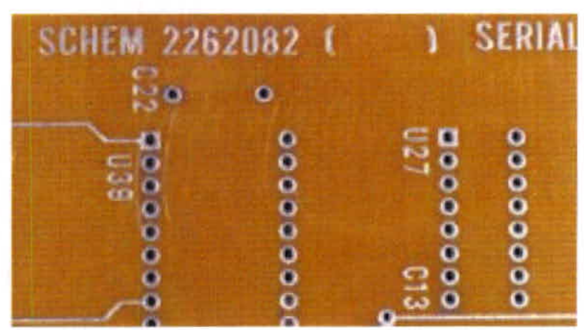



Рисунок 10-44

**Образец-класс 1,2,3**

*Каждая цифра или буква завершена, то есть ни одна из линий, образующих символ, не отсутствует или не прервана.

*Имеются в наличии и различимы знаки полярности и ориентации.

*Линии, формирующие символ, имеют резкие очертания и равную ширину.

*Между символами маркировки и активными проводниками обеспечены требования к минимальному расстоянию.



Рисунок 10-45

**Приемка – класс 1,2,3**

*Кромки линий, формирующих символ, могут быть слегка неровными. Свободные участки внутри символов могут быть заполнены, обеспечивая при этом разборчивость, и не могут быть перепутаны с другой буквой или цифрой.

*Ширина линий, формирующих символ, может быть уменьшена на величину до 50%, обеспечивая при этом прежний уровень разборчивости.

*Линии цифры или буквы могут прерываться, при этом разрывы не должны делать маркировку неразборчивой.



Рисунок 10-46

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2,3**

*Подписи сформированы неровно, однако основное назначение надписи или маркировки различимо.

**Дефект: класс 1,2,3**

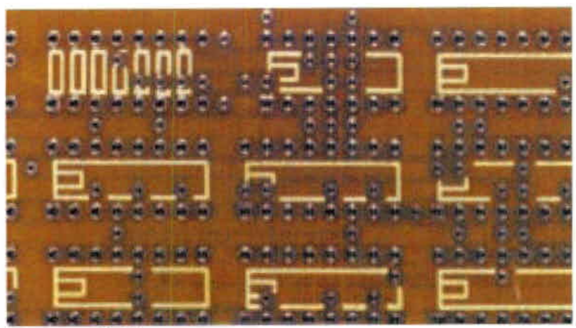
*Отсутствие или неразборчивость символов маркировоки.

*Маркировка нарушает минимальный электрический зазор.

*Мостики припоя внутри или между символами или между символами и проводниками нарушают распознавание символов.

*Линии, формирующие символ, отсутствуют или прерываются настолько, что символ не читается, или кажется похожим на другой символ.

## 10.3.2 Маркировка – Нанесение маркировки методом трафаретной печати


Рисунок 10-47

**Образец-класс 1,2,3**

*Каждая цифра или буква завершена, то есть ни одна из линий, образующих символ, не отсутствует или не прервана.

*Имеются в наличии и различимы знаки полярности и ориентации. Линии, формирующие символ, имеют резкие очертания и равную ширину.

*Краска, формирующая маркировку, нанесена равномерно, то есть отсутствуют тонкие точки или чрезмерные наплывы.

*Свободные участки внутри символов не заполнены (это касается цифр 0, 6, 8, 9 и букв A, B, D, O, P, Q, R).

*Отсутствуют сдвоенные изображения.

*Растекание краски ограничено линиями символа, то есть отсутствуют смазанные символы и наплыв материала вне символа минимален.

*Краска маркировки может касаться проводников или пересекать их, но не ближе касательной к контактной площадке.

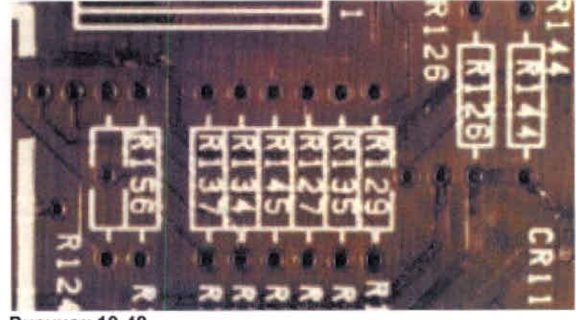


Рисунок 10-48

**Приемка – класс 1,2,3**

*Краска может образовать наплыв вне линии символа, при этом обеспечивается разборчивость символа.

*Маркировочная краска на контактной площадке не должна мешать процессам пайки.

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2,3**

*Линии цифры или буквы могут прерываться (или недостаток краски на части символа), но разрывы не делают маркировку неразборчивой.

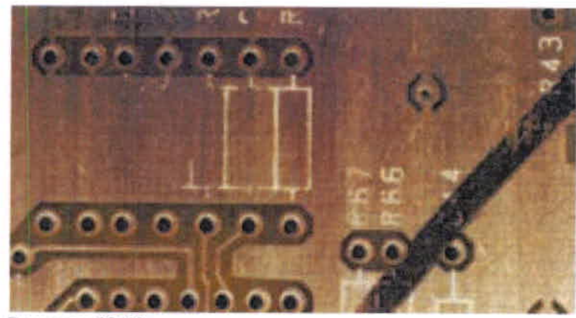
**Индикатор процесса – класс 2,3**

*Свободные участки внутри символов могут быть заполнены при сохранении разборчивости символа, то есть перепутать с другим символом невозможно.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Присутствующая на контактной площадке краска препятствует образованию паяных соединений компонентов в соответствии с требованиями таблиц 7-3, 7-6 или 7-7, или в соответствии с требованиями к паяным соединениям компонентов поверхностного монтажа из раздела 8.

## 10.3.2 Маркировка – Нанесение маркировки методом трафаретной печати (продолжение)


Рисунок 10-49

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2,3**

*Маркировка смазана или расплывчата, однако еще разборчива.

*Сдвоенные изображения, которые можно разобрать.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Отсутствие или неразборчивость маркировки, реперных знаков, или посадочных мест компонентов.

*Отсутствие или неразборчивость знаков в маркировке.

*Свободные участки символов заполнены и неразборчивы, или кажутся похожими на другую цифру или букву.

*Линии, формирующие символ, отсутствуют, прерываются или смазаны настолько, что символ неразборчив или кажется похожим на другой символ.

## 10.3.3 Маркировка – Нанесение маркировки методом штампования

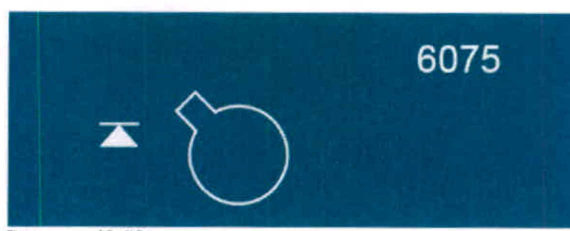


Рисунок 10-50

**Образец-класс 1,2,3**

*Каждая цифра или буква завершена, то есть ни одна из линий, образующих символ, не отсутствует или не прервана.

*Имеются в наличии и различимы знаки полярности и ориентации.

*Линии, формирующие символ, имеют резкие очертания и равную ширину.

*Краска, формирующая маркировку, нанесена равномерно, то есть отсутствуют тонкие точки или чрезмерные наплывы.

*Свободные участки внутри символов не заполнены (это касается цифр 0, 6, 8, 9 и букв A, B, D, O, P, Q, R).

*Отсутствуют сдвоенные изображения.

*Растекание краски ограничено линиями символа, то есть отсутствуют смазанные символы и наплыв материала вне символа минимален.

*Краска маркировки может касаться проводников или пересекать их, но не ближе касательной к контактной площадке.

## 10.3.3 Маркировка – Нанесение маркировки методом штампования (продолжение)



Рисунок 10-51

**Приемка – класс 1,2,3**

*Краска может образовать наплыв вне линии символа, при этом обеспечивается разборчивость символа.

*На контактной площадке имеется маркировочная краска (обращаться к требованиям к паяным соединениям таблиц 7-3, 7-6 или 7-7 или к требованиям к паяным соединениям компонентов поверхностного монтажа из раздела 8).

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2,3**

*Линии цифры или буквы могут прерываться (или недостаток краски на части символа), но разрывы не делают маркировку неразборчивой.

*Свободные участки внутри символов могут быть заполнены при сохранении разборчивости символа, то есть перепутать с другой буквой или цифрой невозможно.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Присутствующая на контактной площадке краска вступает в противоречие с требованиями к паяным соединениям таблиц 7-3, 7-6 или 7-7, или с требованиями к паяным соединениям компонентов поверхностного монтажа из раздела 8.




Рисунок 10-52

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2,3**

*Маркировка смазана или расплывчата, однако еще разборчива.

*Сдвоенные отпечатки допустимы при условии различимости символа

*Отсутствующая или смазанная маркировка не должна превышать 10% символа, и должна сохраняться разборчивость символа.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Отсутствие или неразборчивость символов в маркировке.

*Свободные участки символов заполнены и неразборчивы, или кажутся похожими на другую цифру или букву.

*Линии, формирующие символ, отсутствуют, прерываются или смазаны настолько, что символ неразборчив или кажется похожим на другой символ.

## 10.3.4 Маркировка – Нанесение маркировки лазером

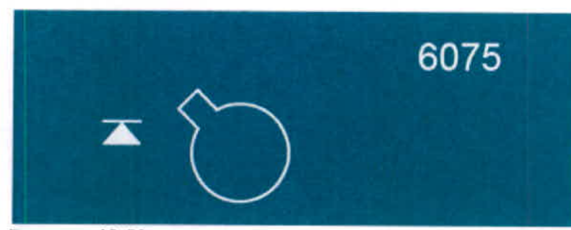



Рисунок 10-53

**Образец-класс 1,2,3**

*Каждая цифра или буква завершена, то есть ни одна из линий, образующих символ, не отсутствует или не прервана.

*Имеются в наличии и различимы знаки полярности и ориентации.

*Линии, формирующие символ, имеют четкие очертания и равную ширину.

*Одинаковые по толщине символы маркировки, то есть отсутствуют толстые или тонкие точки.

*Свободные участки внутри символов не заполнены (это касается цифр 0, 6, 8, 9 и букв A, B, D, O, P, Q, R).

*Маркировка ограничивается линиями символов, то есть не касается паяемых поверхностей и не пересекает их.

*Глубина маркировки не сказывается отрицательно на работе печатного узла.

*При нанесении маркировки на земляную шину печатных плат отсутствует оголенная медь.

*При нанесении маркировки на диэлектрический слой печатной платы отсутствует расслоение.



Рисунок 10-54

**Приемка – класс 1,2,3**

*Маркировка может образовать нарост вне линии символа при сохранении разборчивости символа.

## 10.3.4 Маркировка – Нанесение маркировки лазером (продолжение)




Рисунок 10-55

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2,3**

*Сохраняется разборчивость размноженного изображения.

*Отсутствующая или расплывшаяся маркировка составляет не более 10% символа.

*Линии цифры или буквы могут прерываться (или истончаться на части символа).

**Дефект: класс 1,2,3**

*Отсутствие или неразборчивость символов в маркировке.

*Свободные участки символов заполнены и неразборчивы, или кажутся похожими на другую цифру или букву.

*Линии, формирующие символ, отсутствуют, прерываются или смазаны настолько, что символ неразборчив или кажется похожим на другой символ.

*Глубина маркировки сказывается отрицательно на работе печатного узла.

*При нанесении маркировки на земляную шину печатных плат оголяется медь.

*При нанесении маркировки на диэлектрический слой печатной платы происходит расслоение.

*Маркировка касается или пересекает паяемые поверхности.

## 10.3.5 Маркировка – Этикетки

Постоянные этикетки обычно используются для нанесения штрих-кода, но могут содержать текст. Способы оценки разборчивости, адгезии и повреждения применяются ко всем постоянным этикеткам.

### 10.3.5.1 Маркировка – Этикетки – Нанесение штрих-кода

Нанесение штрих-кода получило широкое признание как метод идентификации изделия, управления и отслеживания технологического процесса вследствие простоты и точности сбора и обработки данных. Существуют этикетки со штрих кодом, занимающие мало места (некоторые из них можно поместить на торце печатной платы), устойчивые к пайке волной и операциям отмывки. Штрих-код можно также нанести лазером непосредственно на материал основания. Требования приемки те же самые, что и для прочих типов маркировки, за исключением требования разборчивости там, где распознавание маркировки человеком заменено машинным распознаванием.

### 10.3.5.2 Маркировка – Этикетки – Читаемость



**Рисунок 10-56**

**Образец-класс 1,2,3**

*На поверхностях с нанесенной маркировкой отсутствуют точки или пропуски.

**Приемка – класс 1,2,3**

*Точки и пропуски на поверхностях с нанесенным штрих-кодом допустимы, если обеспечивается любое из перечисленных условий:

*Штрих-код может быть успешно считан с трех (3) и менее попыток сканером жезлового типа.

*Штрих-код может быть успешно считан с двух (2) и менее попыток лазерным сканером.

*Текст разборчив.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Штрих-код не может быть успешно считан с трех (3) и менее попыток сканером жезлового типа.

*Штрих-код не может быть успешно считан с двух (2) и менее попыток лазерным сканером.

*Отсутствие маркировки или ее неразборчивость.

## 10.3.5.3 Маркировка – Этикетки – Адгезия и повреждение

Рисунок 10-57

**Образец – класс 1,2,3**

*Полная адгезия, отсутствие признаков повреждения или отслаивания.

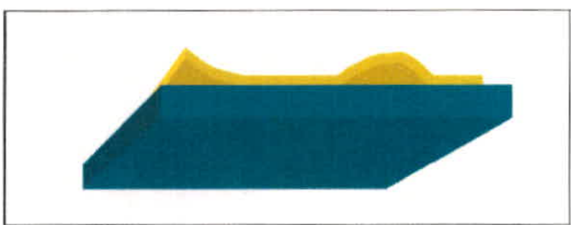


Рисунок 10-58

**Дефект: класс 1,2,3**

*Отслоение более 10% участка этикетки.

*Отсутствие этикетки.

*Складка этикетки нарушает ее читаемость.

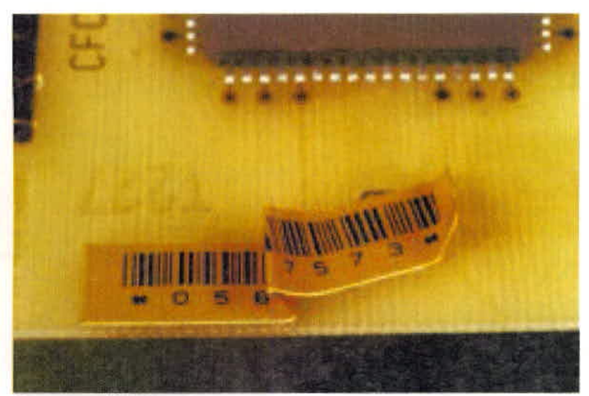


Рисунок 10-59

## 10.3.5.4 Маркировка – Этикетки – Размещение

**Приемка – класс 1,2,3**
*Этикетка установлена в нужном месте.

**Дефект: класс 1,2,3**
*Этикетка не установлена в нужном месте.

# 10.4 Отмывка

**Критерии качества отмывки**

В данном разделе рассматриваются требования к критериям качества отмывки печатных узлов. Ниже приводятся примеры наиболее распространенных загрязнений, встречающихся на собранных печатных узлах. Тем не менее, могут встретиться и другие загрязнения, поэтому следует рассмотреть все возможные случаи. Условия, представленные в этом разделе, применимы как к верхней, так и к нижней сторонам печатных узлов. Дополнительная информация по отмывке содержится в стандарте IPC-CH-65A.

Наличие загрязнений свидетельствует не только о косметических или функциональных параметрах, но они являются предупреждением о возможных нарушениях технологического процесса отмывки.

Каждое производственное предприятие должно иметь стандарт (СТП), в котором указано допустимое значение загрязнений каждого типа. Чем выше степень очистки, выше себестоимость печатных узлов. Для создания СТП рекомендуется провести измерение уровня ионных загрязнений на базе требований стандарта J-STD-001D, испытания на сопротивление изоляции в условиях эксплуатации, а также прочие измерения электрических параметров, описанные в стандарте IPC-TM-650.

См. раздел 1.8 о требованиях к применению увеличительных приборов при визуальной инспекции.



## 10.4.1 Остатки флюса

Перед использованием приведенного ниже способа приемки следует принять во внимание классификацию флюсов с точки зрения необходимости отмывки (то есть не требующие отмывки, водосмываемые и так далее). Обращайтесь также к стандарту ANSI/J-STD-004.



Рисунок 10-60

**Образец – класс 1,2,3**

*Чистый печатный узел, видимые остатки флюса отсутствуют.

**Приемка – класс 1,2,3**

*Отсутствие видимых остатков от удаленного флюса.

*Могут допускаться остатки флюсов, не требующих отмывки.



Рисунок 10-61

**Дефект: класс 1,2,3**

*Наличие на электрических контактных поверхностях видимых остатков от флюсов подлежащих удалению или остатков любого активного флюса.

**Примечание 1**. Приемка по классу 1 возможна после аттестационных испытаний. Также проверить возможность проникновения флюса в корпуса компонентов и под компоненты.

**Примечание 2**. Активность остатков флюса классифицируется в стандартах IPC/EIA J-STD-001D и ANSI/ J-STD-004.

**Примечание 3**. Процессы, обозначенные как «не требующие отмывки», следует привести в соответствие с требованиями к чистоте конечного изделия.

## 10.4.2 Твердые загрязнения


Рисунок 10-62

**Образец – класс 1,2,3**
*Чистый печатный узел.


Рисунок 10-63

**Дефект: класс 1,2,3**
*Наличие грязи и твердых частиц на собранном печатном узле, то есть грязи, волокон, окалины, металлических частиц и так далее. См. также пункт 5.2.6.1 в случае наличия шариков/брызг припоя.


Рисунок 10-64


Рисунок 10-65

## 10.4.3 Хлориды, карбонаты и белый налет

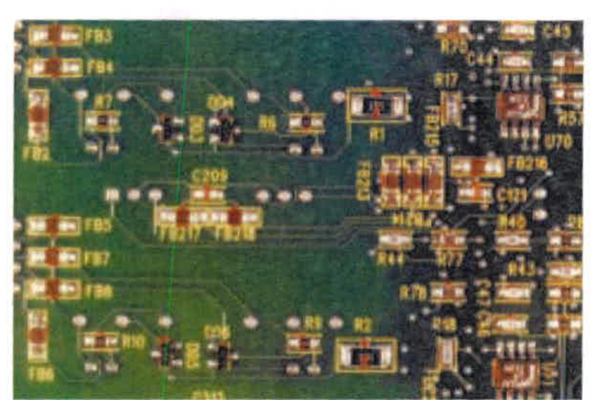



Рисунок 10-66

**Образец – класс 1,2,3**

*Видимые остатки отсутствуют.

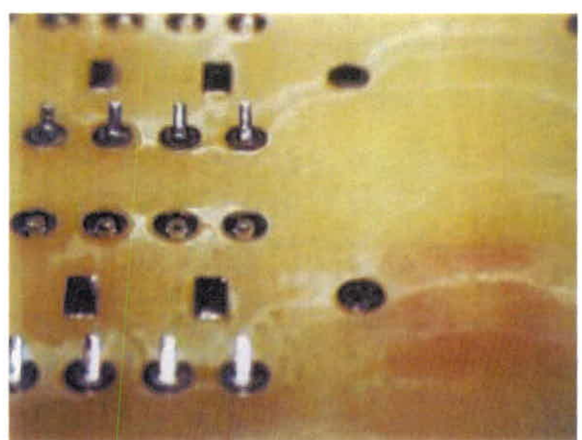


Рисунок 10-67

**Дефект: класс 1,2,3**

*Белый налет на поверхности печатной платы.

*Белый налет на или вокруг паяных соединений.

*Белые кристаллы на металлических поверхностях.

**Примечание:** Допускается наличие белого налета в результате применения флюсов, не требующих отмывки, и других процессов, при условии аттестации и документирования остатков химических веществ как неопасных. Обращайтесь к разделу 10.4.4.

## 10.4.3 Хлориды, карбонаты и белый налет (продолжение)

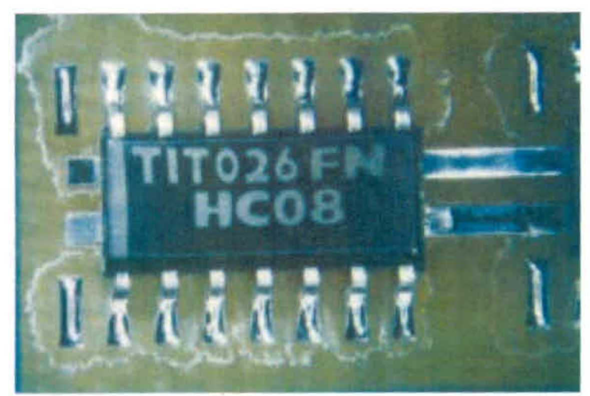



Рисунок 10-68

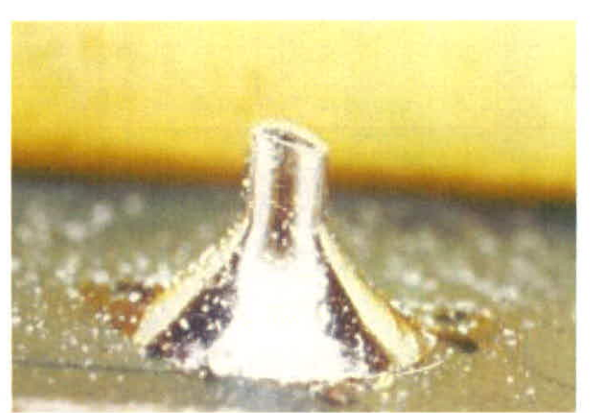


Рисунок 10-69

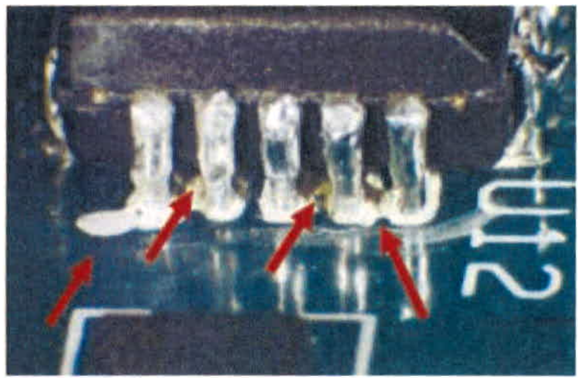
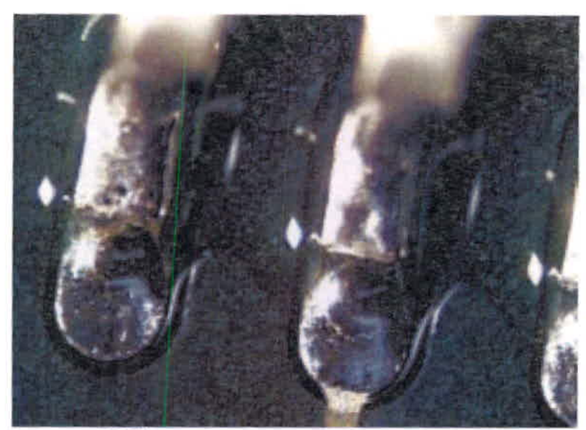


Рисунок 10-70

## 10.4.4 Остатки флюса – Безотмывочные процессы - Внешний вид


Рисунок 10-71

**Приемка – класс 1,2,3**

*Наличие остатков флюса на поверхности, вокруг или между электрически несвязанных контактных площадок, выводах компонентов и проводниках.

*Остатки флюса не препятствуют визуальному контролю.

*Остатки флюса не затрудняют доступа к контрольным точкам печатного узла (электрический контроль).

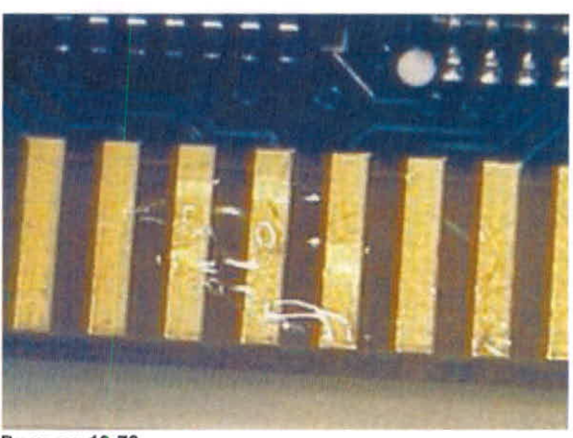
**Дефект: класс 2,3**

*Остатки флюса препятствуют визуальному контролю.

*Остатки флюса затрудняют доступ к контрольным точкам печатного узла (электрический контроль).

**Примечание 1.** Допускается изменение цвета печатных узлов имеющих защитное покрытие в результате реакции с остатками флюсов, не требующих отмывки

**Примечание 2.** Внешний вид остатков может изменяться в зависимости от характеристик флюса и методов пайки.


Рисунок 10-72

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2**
**Дефект: класс 3**

*Наличие остатков флюсов, не требующих отмывки, на золоченых контактах.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Влажные, липкие или избыточные остатки флюса, которые могут распространиться на другие поверхности.

*Остатки флюсов, не требующих отмывки, на любой электрической контактной поверхности, которые препятствуют электрическому контакту.

## 10.4.5 Внешний вид поверхности

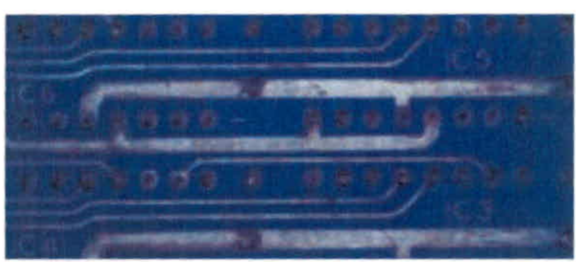
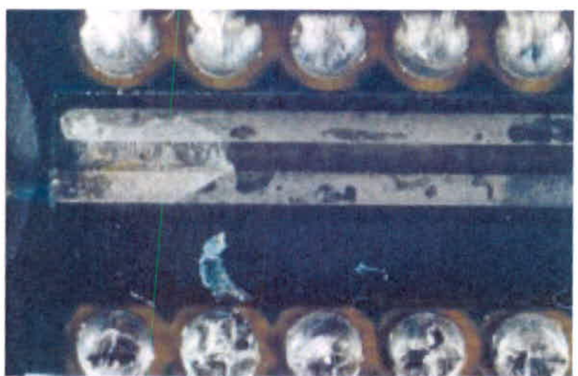



Рисунок 10-73

**Приемка – класс 1,2,3**

*Легкая матовость чистой металлической поверхности.

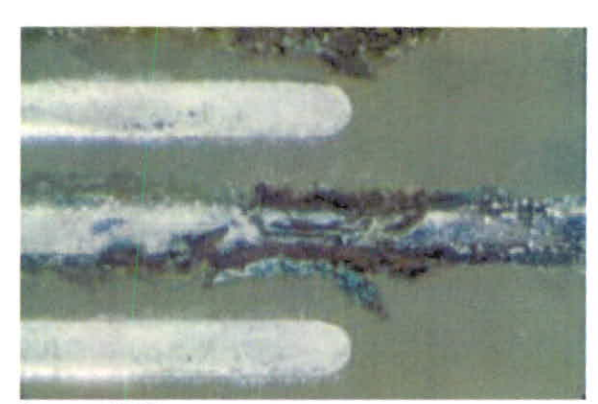
## 10.4.5 Внешний вид поверхности (продолжение)

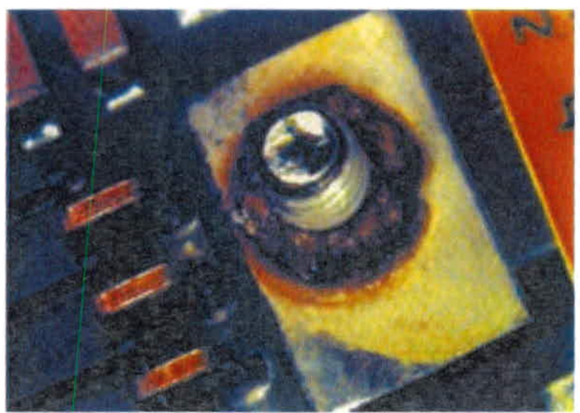

Рисунок 10-74

**Дефект: класс 1,2,3**

*Окрашенные остатки или проявление ржавчины на металлических поверхностях или крепежных изделиях.

*Признаки коррозии.


Рисунок 10-75


Рисунок 10-76

# 10.5 Покрытия

**Требования к приемке покрытий**
Данный раздел охватывает требования приемки влагозащитных покрытий и паяльных масок печатных узлов.
Дополнительная информация о защитных паяльных масках содержится в IPC-SM-840, а информация по влагозащитным покрытиям в стандартах IPC-CC-830 и IPC-HDBK-830.

## 10.5.1 Паяльная маска

**Паяльная маска (паяльный резист).** Термоустойчивый материал покрытия, примененный на выбранных участках для их защиты от воздействия припоя при последующей пайке. Паяльная маска может быть в виде жидкой или сухой пленки. Оба типа покрытия отвечают требованиям данного руководства.
Хотя на паяльную маску не распространяется понятие диэлектрической прочности, и оно не соответствует определению «изолятор или изоляционный материал», некоторые составы паяльных масок обеспечивают ограниченную изоляцию и обычно применяются в качестве изоляции поверхности там, где печатные узлы не рассчитаны на высокое напряжение.
Дополнительно защитная паяльная маска может быть полезна для защиты поверхности печатной платы от повреждения при сборочных операциях.

**Испытание адгезии методом клейкой ленты**. Испытание адгезии методом клейкой ленты, упоминаемое в этом разделе, является методом испытания 2.4.28.1 из стандарта IPC-TM-650. Предварительно необходимо удалить все отдельные частицы и материалы имеющие слабую адгезию. Обращайтесь также к стандарту IPC-A-600G.

## 10.5.1.1 Паяльная маска - Складки/трещины

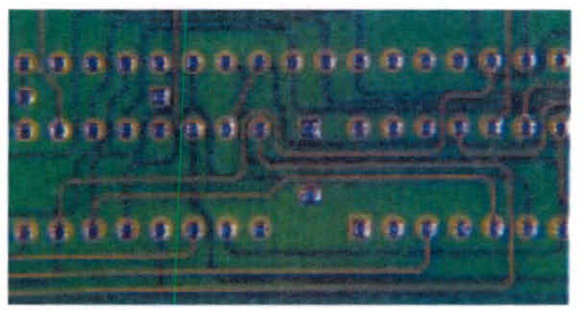


Рисунок 10-77

**Образец – класс 1,2,3**

*После операций пайки и отмывки отсутствует проявление трещин паяльной маски.

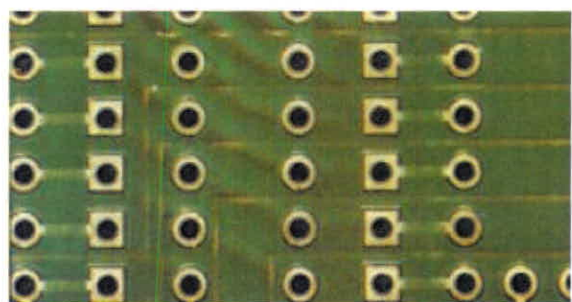


Рисунок 10-78

**Приемка – класс 1,2,3**

*Незначительные складки на участке, не соединяющем проводящие элементы рисунка печатной платы, отвечают требованиям метода испытания адгезии клейкой лентой 2.4.28.1 стандарта IPC-TM-650.

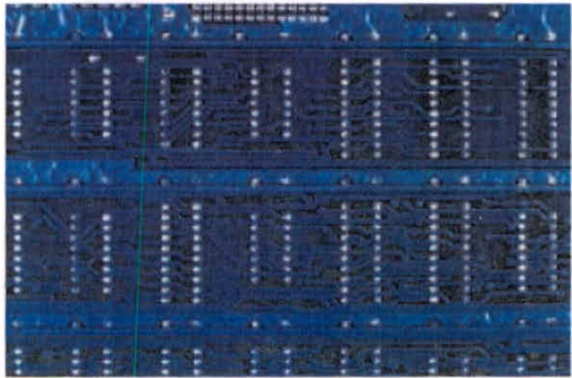


Рисунок 10-79

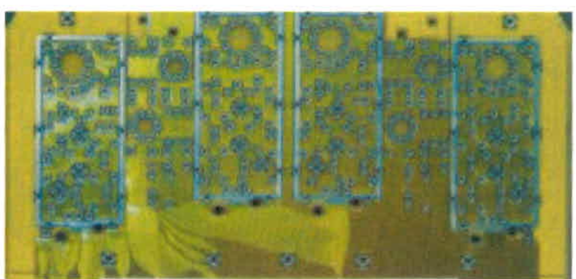
**Приемка – класс 1,2,3**

*Допускаются складки паяльной маски на участке оплавленного припоя при условии отсутствия разрыва, поднятия или повреждения пленки. Адгезию на участке со складками можно проверить методом клейкой ленты.

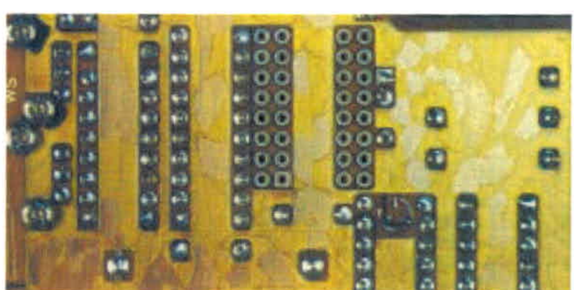
## 10.5.1.1 Паяльная маска - Складки/трещины (продолжение)


Рисунок 10-80

**Приемка – класс 1,2**
**Дефект: класс 3**
*Растрескивание паяльной маски.


Рисунок 10-81

**Дефект: класс 1,2,3**
*Несвязанные частицы паяльной маски невозможно полностью удалить, они будут влиять на работу печатного узла.


Рисунок 10-82

## 10.5.1.2 Паяльная маска - Пустоты и пузырьки

Пи операциях пайки паяльная маска предотвращает образование мостиков припоя. После завершения сборки допускается наличие пузырьков и несвязанных частиц материала паяльной маски, если они не оказывают влияния на функциональную надежность печатного узла.

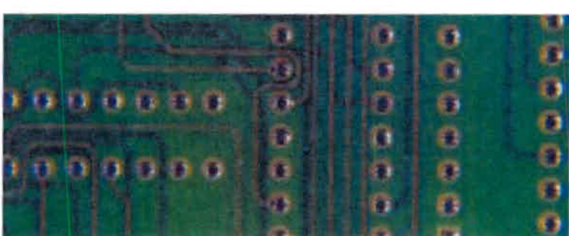


**Рисунок 10-83**

**Образец – класс 1,2,3**

*После операций пайки и отмывки под паяльной маской отсутствуют пузырьки, царапины, пустоты или складки.




**Рисунок 10-84**

**Приемка – класс 1,2,3**

*Пузырьки, царапины, пустоты, не оголяющие проводники, не образующие мостики между смежными проводниками и не создающие угрожающих условий сцепления несвязанных частиц паяльной маски с подвижными деталями, или осаждения их между двумя электрически соединяемыми проводящими поверхностями.

**Примечание:** Допускается наличие пузырьков, царапин, пустот, оголяющих токоведущие части печатной платы до тех пор, пока они не образуют мостиков между соседними проводниками.

*Остатки флюса, масел или моющего раствора не проникают в поры паяльной маски.

## 10.5.1.2 Паяльная маска - Пустоты и пузырьки (продолжение)

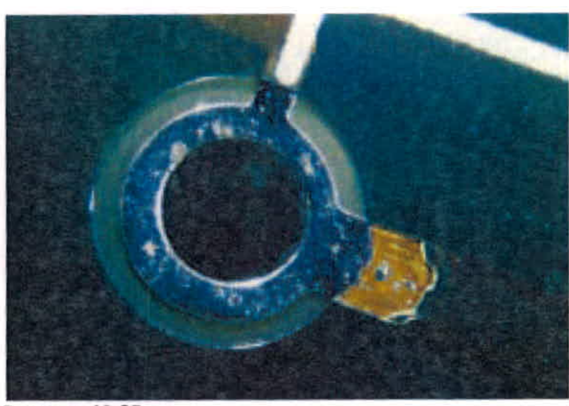


Рисунок 10-85

**Индикатор процесса – класс 2,3**

*Пузырьки/чешуйки оголяют неизолированную медь.

**Приемка – класс 1**
**Дефект: класс 2,3**

*Пузырьки/царапины/пустоты позволяют пленке отслаиваться после испытания адгезии методом клейкой ленты на ответственных участках печатных узлов.

*Остатки флюса, масел или моющего раствора проникают в поры паяльной маски.

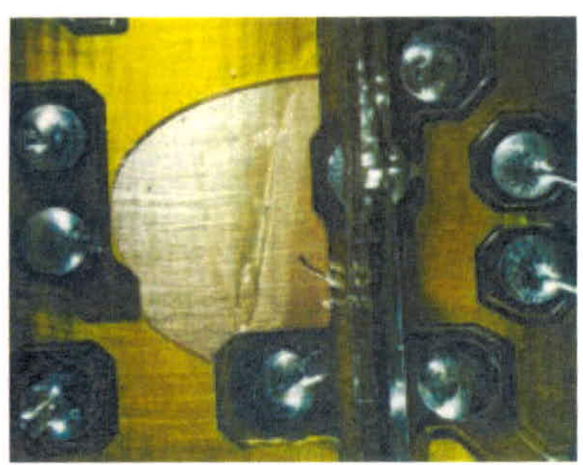


Рисунок 10-86

**Дефект: класс 1,2,3**

*Пузырьки/царапины/пустоты образуют мостики между соседними токоведущими частями печатной платы.

*Наличие несвязанных частиц паяльной маски, способных повлиять на форму, стыковку, функционирование.

*Пузырьки/царапины/пустоты создают возможность образования мостиков припоя.

## 10.5.1.3 Паяльная маска – Разложение

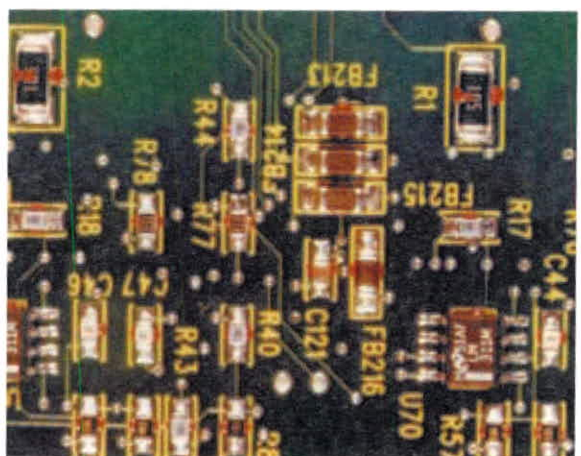



Рисунок 10-87

**Приемка – класс 1,2,3**

*Поверхность паяльной маски однородная, без отслоения или отрыва от диэлектрических участков.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Паяльная маска имеет вид белесого порошка с возможными включениями металла припоя.

## 10.5.1.4 Паяльная маска – Изменение цвета

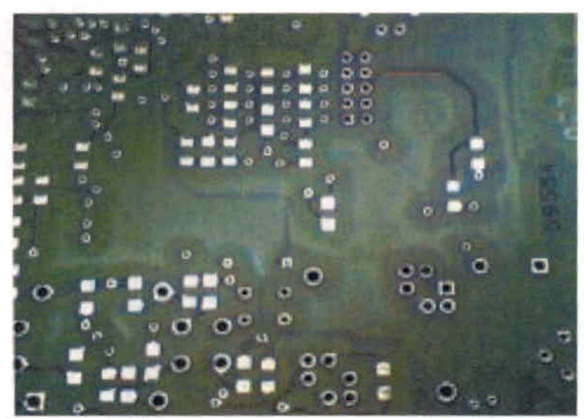


Рисунок 10-88

**Приемка – класс 1,2,3**

*Изменение цвета материала паяльной маски.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Паяльная маска не соответствует требованиям пунктов 10.5.1.1 – 10.5.1.3 данного раздела.

## 10.5.2 Влагозащитные покрытия

### 10.5.2.1 Влагозащитные покрытия - Общие положения

Влагозащитные покрытия должны быть прозрачными, однородного цвета и консистенции, должны равномерно покрывать печатную плату и компоненты.

Равномерность распределения покрытия частично зависит от применяемого метода нанесения и может влиять на внешний вид и обтекание углов.

На печатных узлах, покрытых методом погружения, могут быть следы капель или подтеки на кромках платы. В подтеках может присутствовать небольшое количество пузырьков, не влияющих в дальнейшем на функциональную надежность покрытия.

### 10.5.2.2 Влагозащитные покрытия – Нанесение покрытия

Печатный узел можно контролировать невооруженным глазом, см. пункт 1.8. Покрытия из материалов с люминесцентным красителем можно проверять в ультрафиолетовом свете. Покрытия можно проверять при дневном свете.

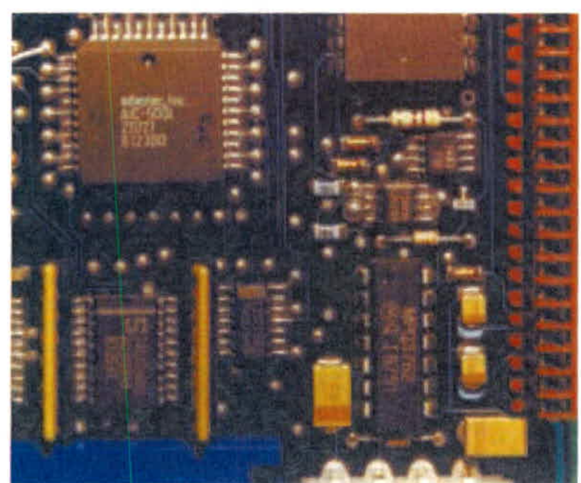


Рисунок 10-89

**Образец – класс 1,2,3**

*Влагозащитное покрытие не отстает от поверхности печатной платы.

*Отсутствует образование пузырей.

*Нет явлений отпотевания, расслоения, образования крошек, складок (участков с отсутствием адгезии), трещин, ряби, вздутий или «кожуры апельсина».

*Отсутствие встроенных/охваченных покрытием инородных тел.

*Отсутствие изменения цвета влагозащитного покрытия или нарушение его прозрачности.

*Должно наблюдаться полное и равномерное отверждение влагозащитного покрытия.

## 10.5.2.2 Влагозащитные покрытия – Нанесение покрытия (продолжение)

**Приемка – класс 1,2,3**

*Покрытие должно быть полностью отверждено и гомогенно.

*Покрытие должно охватывать только предусмотренные конструкцией участки.

*Может обнаруживаться потеря адгезии покрытия на участке, непосредственно прилегающем к паяльной маске.

*Отсутствие мостиков между соседними контактными площадками или проводящими поверхностями печатного узла, вызванных:

*отставанием покрытия от поверхности печатной платы (образованием крошек)

*присутствием пузырей

*отпотеванием

*трещинами

*рябью

*вздутиями и эффектом «апельсиновой корки»

*Инородный материал не должен нарушать минимальный электрический зазор между компонентами, контактными площадками или проводящими поверхностями.

*Влагозащитное покрытие нанесено тонким слоем, но охватывает края компонентов/устройств.

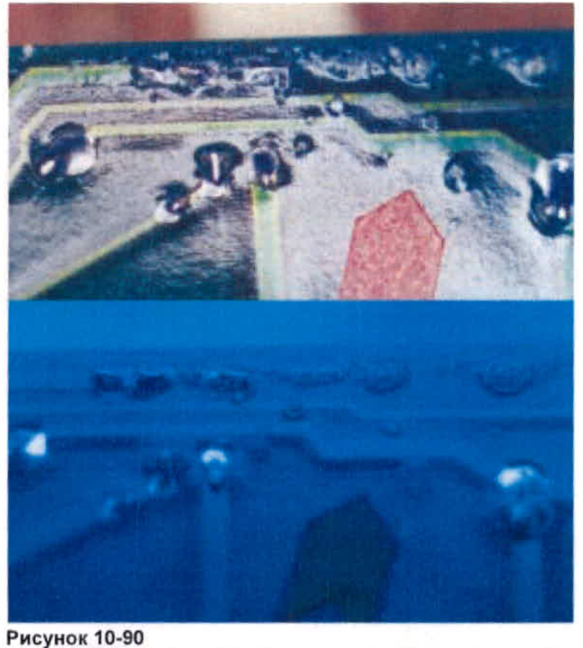


Рисунок 10-90

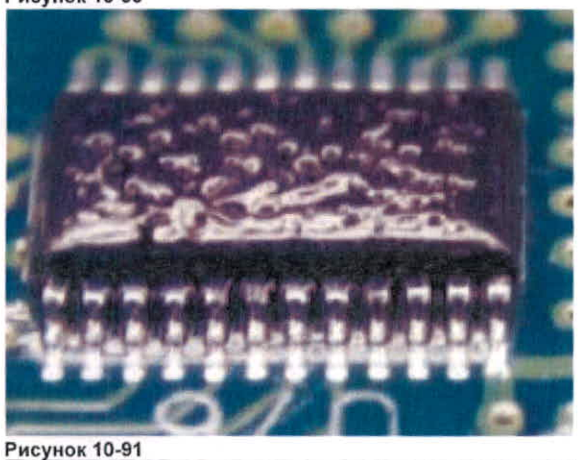


Рисунок 10-91

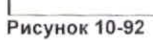


Рисунок 10-92

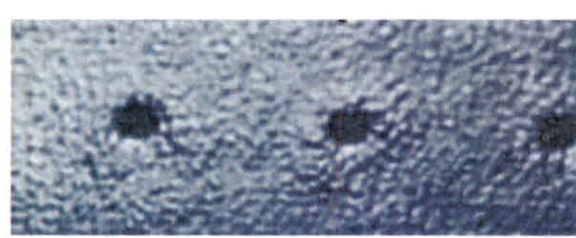
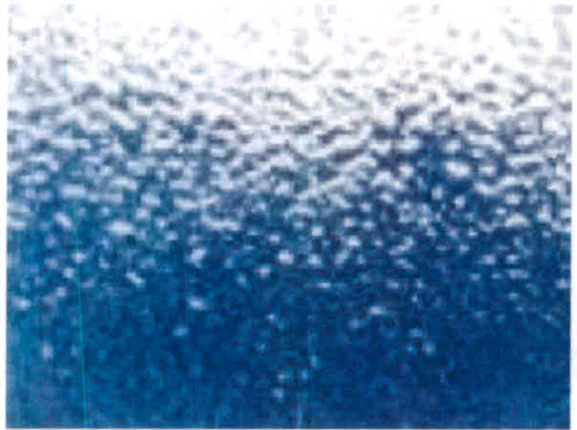


Рисунок 10-93

## 10.5.2.2 Влагозащитные покрытия – Нанесение покрытия (продолжение)


Рисунок 10-94

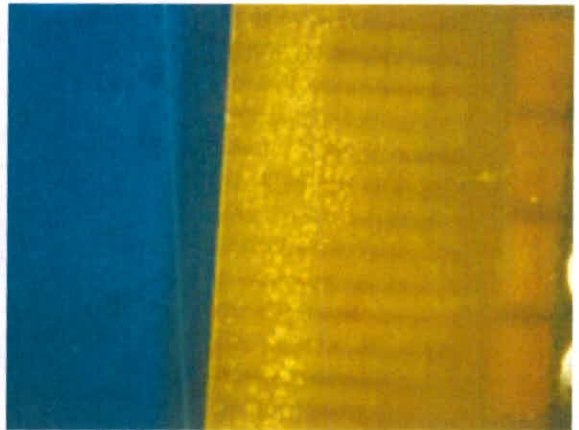

Рисунок 10-95


Рисунок 10-96

**Дефект: класс 1,2,3**

*Влагозащитное покрытие не отверждено (наблюдается клейкость покрытия).

*Влагозащитное покрытие не покрывает предусмотренные конструкцией участки.

*Наличие покрытия на участках, не требующих покрытия.

*Наличие мостиков между соседними контактными площадками или проводящими поверхностями печатного узла, вызванных:

*отставанием покрытия от поверхности печатной платы (образованием крошек)

*присутствием пузырей

*отпотеванием

*трещинами

*рябью

*вздутиями и эффектом «апельсиновой корки»

*Наличие любых инородных тел, которые:

*образуют мостики между соседними контактными площадками или проводящими поверхностями печатного узла,

*оголяют проводящие поверхности,

*нарушают величину минимального электрического зазора между компонентами, контактными площадками или проводящими поверхностями печатного узла.

*Наблюдается изменение цвета влагозащитного покрытия или нарушение его прозрачности.

*Влагозащитное покрытие затекает в гнездовую часть контактного разъема.

*Влагозащитное покрытие затекает на сопряженные поверхности.

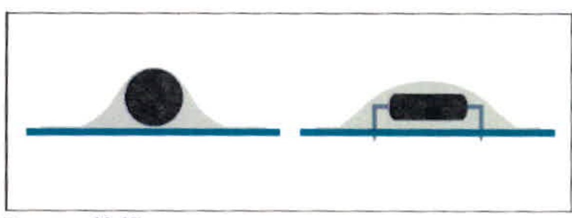
# 10.5.2.3 Влагозащитные покрытия – Толщина покрытия

В таблице 10-1 представлены требования к толщине покрытия. Толщина измеряется на плоской, свободной от деталей, сухой поверхности печатного узла или на купоне, обработанном аналогично печатным узлам. Купоны могут быть из того же материала, что и печатная плата, или из непористого материала, такого, как металл или стекло. С другой стороны, для установления толщины покрытия можно воспользоваться измерением толщины влажной пленки при наличии документации, устанавливающей связь между толщиной влажной и сухой пленки. Влагозащитное покрытие концов выводов необязательно.

**Примечание:** Таблица 10-1 этого стандарта используется для печатных узлов. Требования к толщине покрытия в стандарте IPC-CC-830 применяются только для испытательных целей, связаны с испытанием материала покрытия и его оценкой.

**Таблица 10-1 Толщина покрытия**

| | | |
|---|---|---|
| Тип AR | Акриловая смола | 0,03-0,13 мм (0,00118-0,00512 дюйма) |
| Тип ER | Эпоксидная смола | 0,03-0,13 мм (0,00118-0,00512 дюйма) |
| Тип UR | Уретановая смола | 0,03-0,13 мм (0,00118-0,00512 дюйма) |
| Тип SR | Силиконовая смола | 0,05-0,21 мм (0,00197-0,00827 дюйма) |
| Тип XY | Парилен | 0,01-0,05 мм (0,00039-0,00197 дюйма) |


Рисунок 10-97

**Приемка – класс 1,2,3**

*Покрытие отвечает требованиям толщины из таблицы 10-1.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Покрытие не отвечает требованиям толщины из таблицы 10-1.

Данная станица специально оставлена пустой

# Требования приемки объемного монтажа

Понятие объемного монтажа относится к подложке или к базовым материалам, на которых для создания электронных схем применяется технология объемного монтажа.
В данном разделе описываются отдельные визуальные способы контроля каждого типа.

**Руководящие указания по приемке объемного монтажа**
Трассировка и крепление объемных проводов для создания электрических соединений между разными точками может осуществляться при помощи специальных автоматов или инструментов и может быть использована в целях замены или дополнения печатных проводников в электронных сборках. Применение такой технологии возможно в планарном, двухмерном и трехмерном варианте. Реферат разнообразных технологий объемного монтажа содержится в техническом отчете IPC-TR-474 «Обзор технологий объемного монтажа». Данные вопросы рассматриваются также стандартами IPC-DW-425 «Конструкция и требования к готовому изделию для плат объемного монтажа» и IPC-DW-426 «Руководящие указания по критериям качества печатных узлов объемного монтажа».
В данном разделе определяются критерии качества для приемки электрических соединений, созданных некоторыми из основных технологических процессов объемного монтажа при сборке печатных узлов. Особенности технологий иллюстрируются.

Технологии классифицируются на три категории:
1. Полуразъемные соединения.
2. Неразъемные соединения.
В дополнение к требованиям данного раздела, паяные соединения должны отвечать требованиям раздела 5.

В этом разделе рассматриваются следующие вопросы:

# 11.1 Навивка без припоя

В данном разделе устанавливаются требования визуальных способов приемки соединений, выполненных методом навивки без припоя. Подразумевается, что комбинация штырь/провод сконструирована для данного типа соединения.

Плотность навивки провода следует подтвердить с помощью инструментального контроля.

Подразумевается также наличие системы контроля, в которой используются тестовые соединения для проверки способности оператора/оборудования, производить навивку, соответствующую требованиям по усилию разрыва.

В зависимости от условий эксплуатации, инструкциями будет определяться применение стандартного или модифицированного соединения.

После монтажа на вывод протестированное и принятое соединение навивкой не следует подвергать сильному нагреву или выполнять с ним любые механические операции.

Не разрешается предпринимать попытки исправить дефектное соединение повторным применением навивочных инструментов, или применять для этой цели другие инструменты.

Способ соединения навивкой без припоя обладает преимуществами в смысле надежности и технологичности, поскольку не требуется производить перепайку дефектной навивки.

Дефектные соединения подлежат демонтажу при помощи специального оборудования (не допускается отрыв от штыря), а затем навивке нового провода на штырь. Для каждой повторной навивки следует использовать новый провод. Навивку на штырь допускается производить несколько раз.

## 11.1.1 Навивка без припоя - Количество витков

Для данного требования отсчетными витками считаются витки оголенного провода, находящиеся в непосредственном контакте с гранями штыря, отсчет начинается от первого контакта оголенного провода с гранью штыря и заканчивается на последнем контакте оголенного провода с гранью штыря (таблица 11-1).
Для изделий класса 3 требуется модифицированная навивка, в которой дополнительный отрезок изолированного провода навит до контакта с тремя последними гранями штыря.

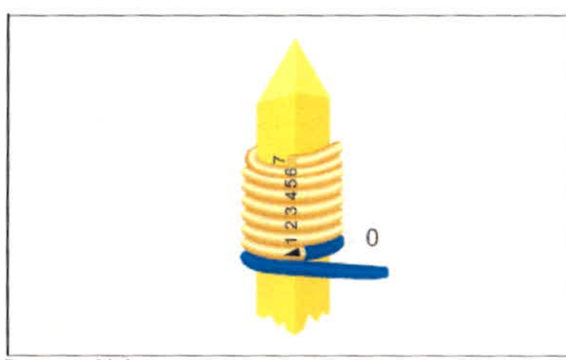



**Рисунок 11-1**

**Образец – класс 1,2,3**
*Наличие половины витка (50%) сверх приведенного в таблице 11-1 значения.

**Приемка – класс 1,2**
*Число отсчетных витков отвечает требованиям таблицы 11-1.

**Приемка – класс 3**
*Число отсчетных витков отвечает требованиям таблицы 11-1.
*Навивка провода отвечает требованиям модифицированной навивки.

**Таблица 11-1 Минимальное количество витков оголенного провода**

| Калибр провода | Количество витков |
|---|---|
| 30 | 7 |
| 28 | 7 |
| 26 | 6 |
| 24 | 5 |
| 22 | 5 |
| 20 | 4 |
| 18 | 4 |

**Примечание:** Максимальное количество витков оголенного и изолированного провода обусловлено только особенностями оборудования и свободным местом на штыре.

**Дефект: класс 1,2,3**
*Число отсчетных витков не соответствует требованиям таблицы 11-1.

**Дефект: класс 3**
*Несоответствие требованиям модифицированной навивки.

## 11.1.2 Навивка без припоя - Межвитковый зазор

Рисунок 11-2

**Образец-класс 1,2,3**

*Полное отсутствие межвиткового зазора.

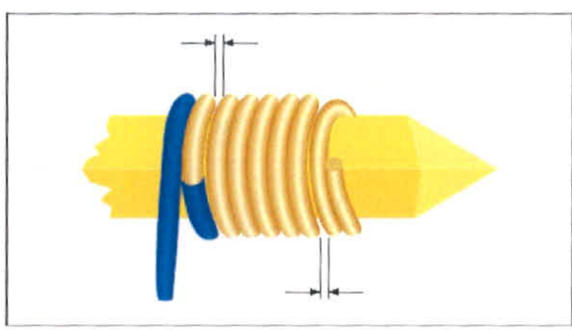


Рисунок 11-3

**Приемка – класс 1**

*Зазор не превышает одного диаметра провода.

**Приемка – класс 2**

*Зазор не превышает 50% диаметра провода на отсчетных витках.

*Зазор не превышает одного диаметра провода между любыми витками.

**Приемка – класс 3**

*Не более трех витков, расположенных отдельно.

*Расстояние между любыми соседними витками не превышает 50% диаметра провода.

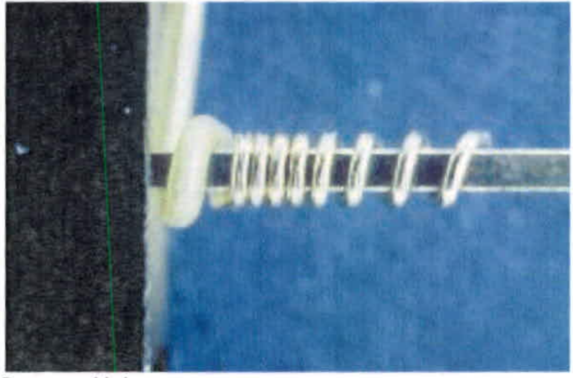


Рисунок 11-4

**Дефект: класс 1**

*Наличие любого зазора, превышающего один диаметр провода.

**Дефект: класс 2**

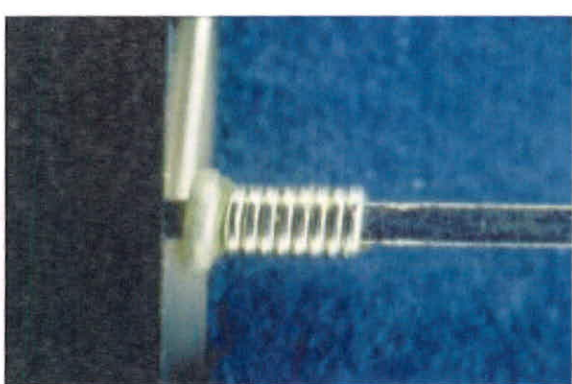
*Наличие любого зазора, превышающего половину диаметра провода среди отсчетных витков.

**Дефект: класс 3**

*Наличие любого зазора, превышающего половину диаметра провода.

*Наличие более трех зазоров любого размера.

## 11.1.3 Навивка без припоя - Хвостовики, навивка изоляции


Рисунок 11-5

**Образец – класс 1,2**

*Хвостовик не выступает за наружную поверхность навивки.

*Изоляция достигает штырь.

**Образец – класс 3**

*Хвостовик не выступает за наружную поверхность навивки провода с модифицированной навивкой (раздел 11.1.1)

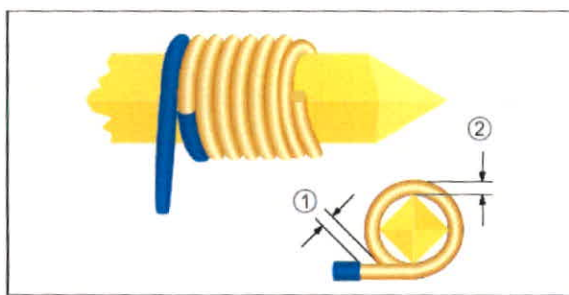


Рисунок 11-6
1. Зазор изоляции
2. Диаметр провода (вид снизу)

**Приемка – класс 1**

*Не нарушается величина минимального электрического зазора.

*Намотка провода в изоляции.

**Приемка – класс 2**

*Зазор конца изоляции отвечает требованиям зазора относительно других цепей.

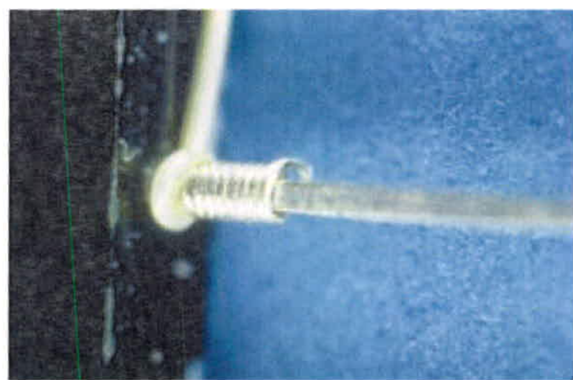
*Хвостовик выступает за наружную поверхность навивки не более чем на 3 мм (0,12 дюйма).

**Приемка – класс 3**

*Хвостовик выступает за наружную поверхность навивки более чем на один диаметр провода.

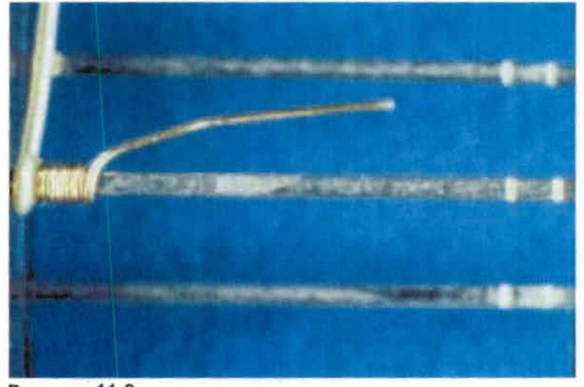
*Изоляция должна находиться в контакте минимум с тремя гранями штыря.

## 11.1.3 Навивка без припоя - Хвостовики, навивка изоляции (продолжение)


Рисунок 11-7

**Приемка – класс 1**
**Дефект: класс 2,3**
*Длина хвостовика превышает 3,0 мм (0,12 дюйма).

**Дефект: класс 3**
*Длина хвостовика превышает один диаметр провода.


Рисунок 11-8

**Дефект: класс 1,2,3**
*Хвостовик нарушает минимальный электрический зазор.

## 11.1.4 Навивка без припоя - Перекрытие выступающих витков

Выступающие провода выдавлены из спиральной линии укладки, вследствие чего теряют непосредственный контакт с гранями штыря. Выступающие витки могут перекрывать или накладываться поверх других проводов.

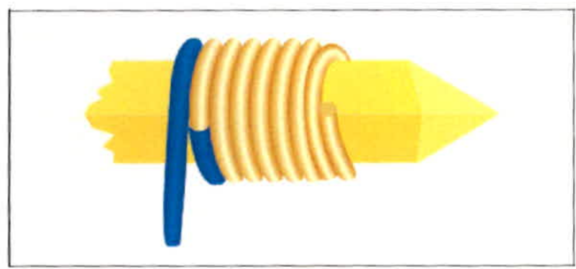


Рисунок 11-9

**Образец – класс 1,2,3**

*Отсутствие выступающих витков.

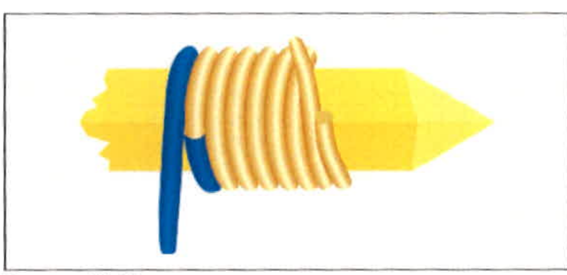


Рисунок 11-10

**Приемка – класс 1**

*Выступающие в любом месте витки обеспечивают сохранение непосредственного контакта оставшейся части витков и соответствуют минимальным требованиям к виткам.

**Приемка – класс 2**

*Среди отсчетных витков в произвольном месте выступает не более половины любого витка.

**Приемка – класс 3**

*Отсутствие выступающих витков в произвольном месте среди отсчетных витков.

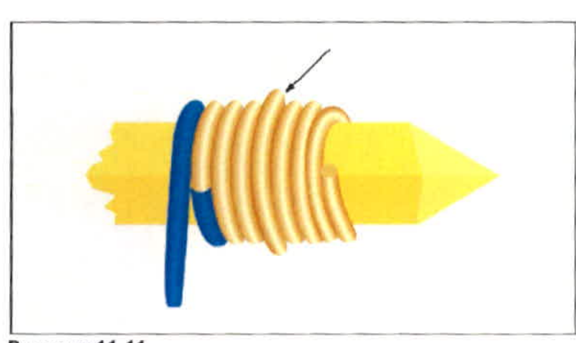


Рисунок 11-11

**Дефект: класс 1**

*Контакт оставшихся витков сохраняется, но не соответствует необходимым требованиям к витку.

**Дефект: класс 2**

*Наличие среди отсчетных витков более половины выступающего витка.

**Дефект: класс 3**

*Любое количество выступающих витков среди отсчетных витков.

## 11.1.5 Навивка без припоя - Расположение соединения

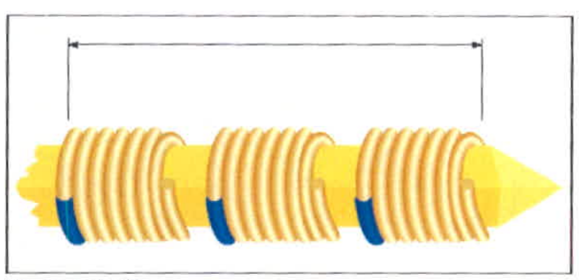


Рисунок 11-12

**Образец – класс 1,2,3**

*Все витки каждого соединения располагаются в пределах рабочей длины штыря.

*Наличие видимого зазора между каждым соединением.

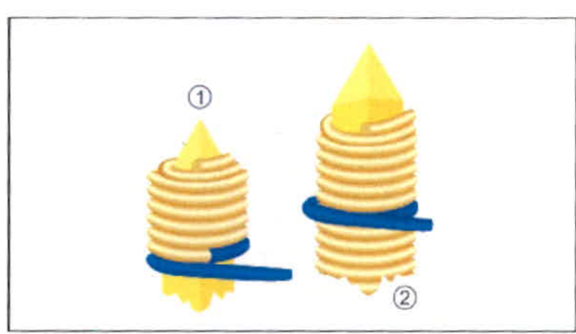



Рисунок 11-13

1. Навивка превышает рабочую длину штыря
2. Виток изоляции перекрывает предыдущую навивку.

**Приемка – класс 1,2**

*Избыточные витки оголенного провода или любые витки изолированного провода (как для модифицированной, так и для немодифицированной навивки) находятся на некотором расстоянии от конца штыря.

**Приемка – класс 1**

*Избыточные витки оголенного провода или любые витки изолированного провода перекрывают предшествующую навивку.

**Приемка – класс 2**

*Только витки изолированного провода перекрывают ранее сделанную навивку.

**Приемка – класс 3**

*В навивке может присутствовать изолированный провод, перекрывающий последний виток неизолированного провода.

*Ни один виток оголенного или изолированного провода не выходит за пределы обоих концов штыря.

## 11.1.5 Навивка без припоя - Расположение соединения (продолжение)

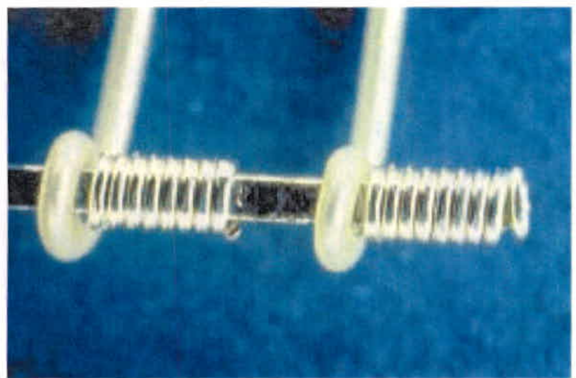


Рисунок 11-14



**Дефект: класс 1,2,3**

*Недостаточное количество отсчетных витков находится в контакте со штырем.

*Провод перекрывает витки провода предыдущего соединения.

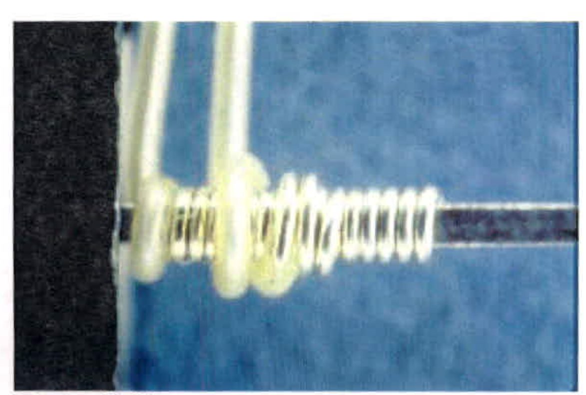
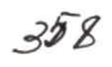


Рисунок 11-15





## 11.1.6 Навивка без припоя - Заправка провода

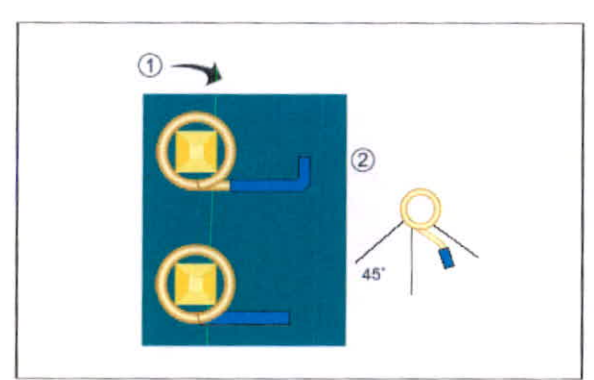



Рисунок 11-16
1. Направление витков
2. Правильный радиус

**Приемка – класс 1,2,3**

*Ориентация заправки провода должна быть такой, чтобы сила расширения, действующая по оси провода, не привела к развертыванию навитого соединения, или к ослаблению сцепления провода с гранями штыря. Данное требование удовлетворяется при укладке провода с пересечением линии 45°, как показано на рисунке.

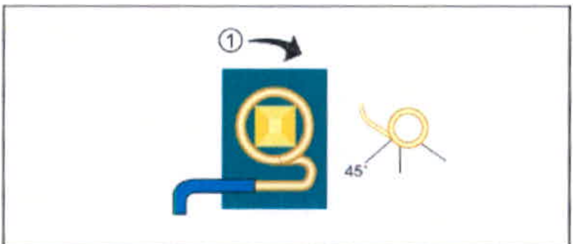



Рисунок 11-17
1. Направление витков

**Дефект: класс 1,2,3**

*Осевые расширяющие силы, приложенные к навивке, будут вызывать развертывание навитого соединения или ослаблять сцепление провода с гранями штыря.

## 11.1.7 Навивка без припоя - Слабина провода

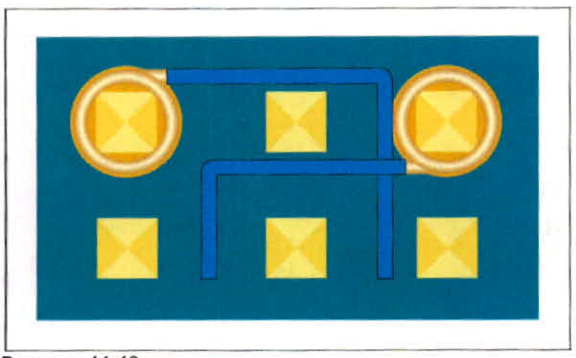


Рисунок 11-18

**Приемка – класс 1,2,3**

*Слабина провода должна быть достаточной для того, чтобы он не зацеплялся за грани других штырей и не ложился на другие провода.

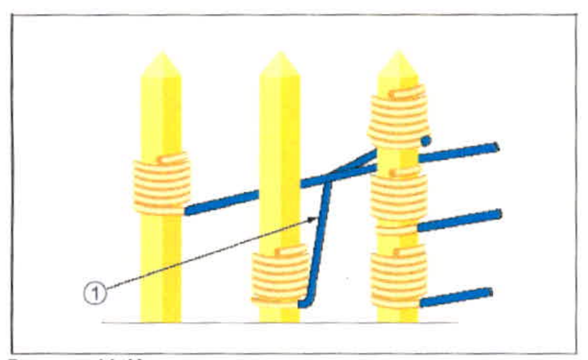



Рисунок 11-19
1. Перекрещивание проводов

**Дефект: класс 1,2,3**

*Недостаточная слабина провода вызывает:

*Трение между изоляцией провода и навитым штырем.

*Натяжение навитого провода между штырями, приводящее к искривлению штыря.

*Туго натянутый провод оказывает давление на провода, которые он пересекает.

# 11.1.8 Навивка без припоя – Лужение провода

**Металлизация**

Провод, используемый для навивки без припоя должен быть облужен для улучшения надежности контакта и предотвращения коррозии.

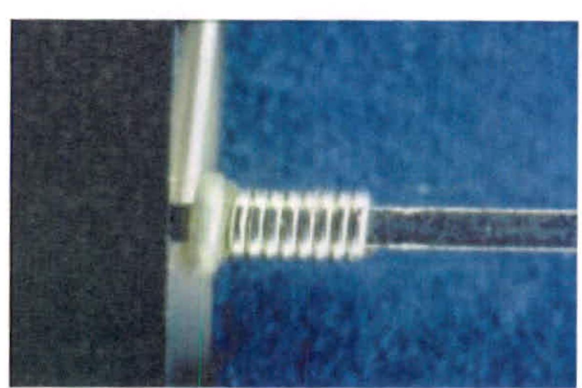


**Рисунок 11-20**

**Образец – класс 1,2,3**

*Отсутствие оголенной меди на неизолированном проводе после навивки.

**Приемка – класс 1**

*Оголенная медь.

**Приемка – класс 1,2**

*Менее 50% отсчетных витков с видимой оголенной медью.

**Дефект: класс 2**

*Видна оголенная медь более чем на 50% отсчетных витков.

**Дефект: класс 3**

*Любое проявление оголенной меди (исключаются последние полвитка и конец провода).

## 11.1.9 Навивка без припоя - Повреждения изоляции

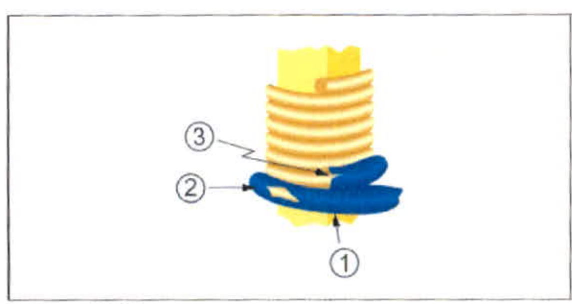



**Рисунок 11-21**
**1. Начальная грань**
**2. Трещина изоляции**
**3. Надрыв или истирание изоляции**

**Приемка – класс 1,2,3**

*После начального контакта со штырем:

*Повреждение изоляции.

*Трещины.

*Надрыв и потертость изоляции навитой на штырь.

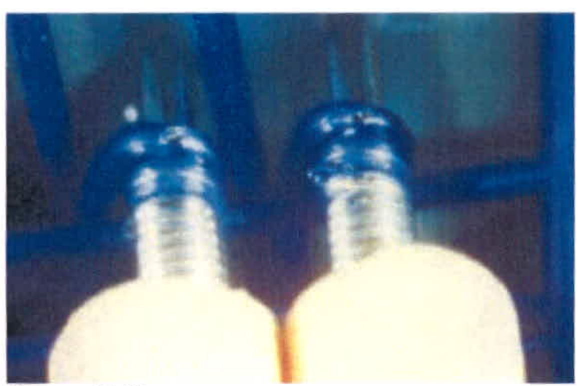


**Рисунок 11-22**

**Дефект: класс 1,2,3**

*Нарушен минимальный электрический зазор.

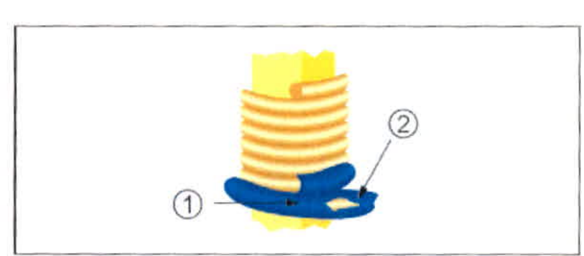



**Рисунок 11-23**
**1. Начальная грань контакта**
**2. Трещина изоляции и т.д. между витками. Медь оголена.**

**Дефект: класс 2,3**

*Трещины, надрывы или потертости изоляции между витками провода до начального контакта с гранью штыря.

*Нарушены требования минимального зазора.

## 11.1.10 Навивка без припоя - Повреждение провода и штырей

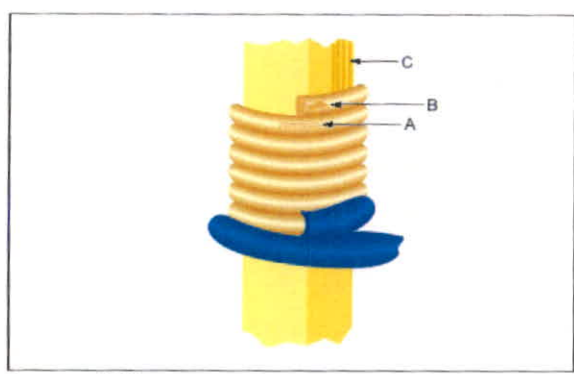



Рисунок 11-24

**Образец – класс 1,2,3**

*Финишное покрытие провода (лак) не отполировано, не отшлифовано, не имеет заусенцев, царапин, канавок или других повреждений.

*Штырь не отшлифован, не стесан или не поврежден иным способом.

**Приемка – класс 1,2,3**

*Финишное покрытие провода (лак) отшлифовано или отполировано (легкий след инструмента) (A).

*Верхний или последний виток повреждены навивочным инструментом; повреждения (такие, как заусенцы, царапины, канавки) не превышают 25% диаметра провода (B).

*Повреждения штыря произведены инструментами (например: шлифовка, стесывание и так далее) (C).

**Приемка – класс 1,2**
**Дефект: класс 3**

*Оголен металл основания штыря.

# 11.2 Соединительные провода

Требования данного подраздела не дают права на ремонт изделий без предварительного согласия потребителя, см. пункт 1.1. В данном подразделе устанавливаются способы визуального контроля монтажа объемных проводов (соединительных проводов, временных проводов и т.д.), используемых для соединения компонентов там, где отсутствуют непрерывные проводники на печатных платах.

К временным и соединительным проводам предъявляются одинаковые требования по типу провода, трассировке, фиксации и пайке. Исключительно ради упрощения в данном подразделе рассматриваются наиболее распространенные случаи применения соединительных проводов, тем не менее, эти требования следует применять как к временным, так и к соединительным проводам.

Информация по ремонту и доработке печатных узлов содержится в сборнике стандартов IPC-7711A/7721A.

В данном подразделе рассматриваются следующие вопросы:

- *Типы проводов.
- *Трассировка проводов.
- *Фиксация проводов на клей.
- *Распайка проводов.

Провода могут быть распаяны в отверстия платы и/или на штырьевые контакты, контактные площадки и выводы компонентов.

Перемычки считаются элементами схемы и попадают под действие конструкторского документа в части трассировки, разделки, фиксации и типов проводов.

Перемычки следует укорачивать, насколько позволяет целесообразность, и, если иное не предусмотрено документацией, не располагать их поверх или под другими заменяемыми компонентами. При трассировке и фиксации проводов следует иметь в виду конструктивные ограничения, такие, как полезная площадь, доступность и минимальный электрический зазор. Перемычки максимальной длины 25 мм (0,984 дюйма), не пролегающие над электропроводными участками и не нарушающие заданные конструкцией требования минимального электрического зазора, допускается не изолировать. Если для соединительного провода требуется изоляция, она должна быть совместима с влагозащитным покрытием.

## 11.2.1 Соединительные провода - Выбор проводов

При выборе соединительных проводов следует рассмотреть следующие моменты:

1. Провод подлежит изолированию, если его длина превышает 25 мм (0,984 дюйма), или он может вызвать замыкание между контактными площадками или выводами компонента.
2. Не следует применять многожильный провод с серебряным покрытием. В определенных условиях может возникнуть окисление провода.
3. Необходимо выбирать провод наименьшего диаметра, который будет нормально пропускать требуемый ток.
4. Изоляция провода должна быть устойчивой к температуре пайки, иметь некоторую устойчивость к истиранию и диэлектрическое сопротивление равное или превышающее диэлектрическое сопротивление изоляционного материала печатной платы.
5. Рекомендуется использовать медный одножильный изолированный проводник с залуженными выводами.
6. Химические растворы, пасты и кремы, используемые для зачистки одножильных проводов, не должны приводить к разрушению провода.

## 11.2.2 Соединительные провода - Трассировка провода

Если требованиями высокого быстродействия или высокой частоты не задано иное, трассировка соединительного провода производится по кратчайшему пути максимально прямо, обходя контрольные точки, к точкам контакта. Для размещения, зачистки и крепления оставляется запас по длине.

Соединительный провод, проложенный по печатным узлам с одинаковым децимальным номером, должен быть изготовлен по одному шаблону.

Трассы прокладки должны быть документированы для каждого децимального номера и соблюдаться без отклонения.

На верхней стороне (сторона установки компонентов) не допускается прокладка соединительных проводов поверх и под компонентами, однако, они могут пропускаться поверх таких деталей, как термические монтажные пластины, кронштейны и элементы, прикрепленные к печатной плате.

Перемычки могут проходить по контактным площадкам на верхней стороне печатной платы, если обеспечена достаточная слабина для перемещения провода с контактной площадки для замены компонента.

Следует избегать контакта с теплоотводами значительно нагревающихся компонентов.

На нижней стороне (сторона пайки), за исключением разъемов на торцах платы, не разрешается прокладывать перемычки через контактные площадки компонентов, за исключением случая, когда конструкция печатного узла не позволяет осуществить трассировку через другие участки.

На нижней стороне не допускается пропускать перемычки через элементы топологии или перемычки, используемые в качестве контрольных точек.

## 11.2.2 Соединительные провода - Трассировка провода (продолжение)

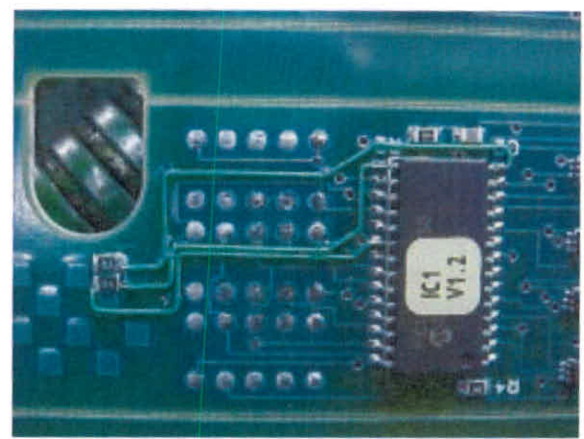
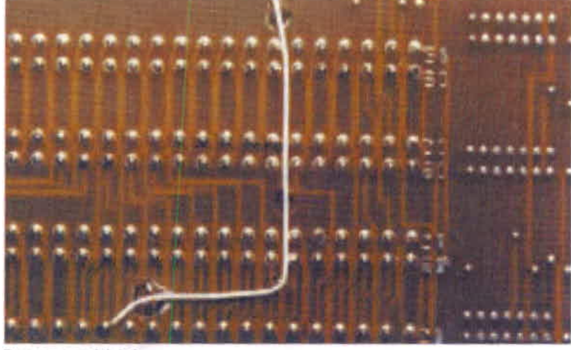


Рисунок 11-25


Рисунок 11-26

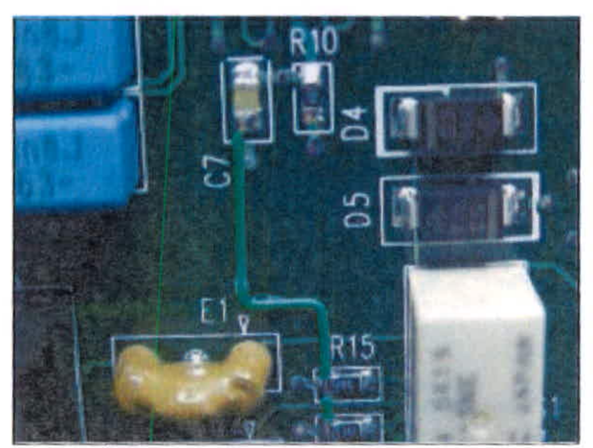


Рисунок 11-27

**Образец – класс 1,2,3**

*Кратчайшая трасса провода.

*Провод проложен не поверх и не под компонентом.

*Провод не проходит через компоненты топологии или перемычки, используемые в качестве контрольных точек.

*Провод не пересекает контактные площадки компонентов.

**Приемка – класс 1,2,3**

*Контактные площадки не перекрыты проводом.

*Достаточная слабина провода для перемещения с контактной площадки при замене компонента или при электрическом тесте.

# 11.2.2 Соединительные провода - Трассировка провода (продолжение)

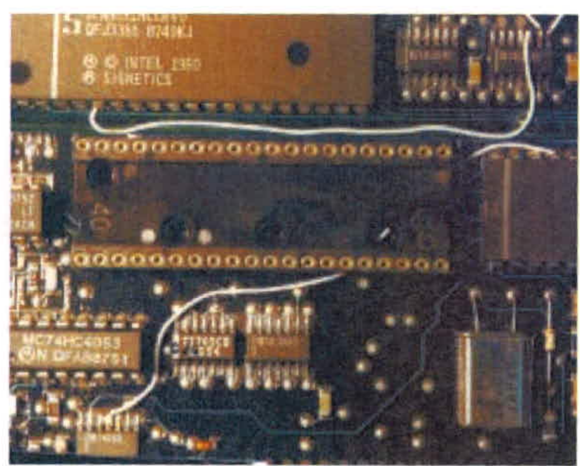


Рисунок 11-28

**Приемка – класс 1**
**Индикатор процесса – класс 2,3**

*Недостаточная слабина провода для перемещения с площадки при замене компонента.

*Неизбежное пересечение участка контактной площадки компонента.

**Приемка – класс 1**
**Дефект: класс 2,3**

*Провод располагается под или поверх компонентов.

**Примечание:** Следует принимать во внимание, что происходит захват загрязнений когда провода проходят под компонентами. При прохождении проводов над компонентами, следует учитывать последствия контакта проводов с теплоотводами или компонентами, подвергающимися значительному нагреву, а также влияние электрических помех в высокочастотном оборудовании.

## 11.2.3 Соединительные провода - Фиксация провода

Соединительные провода могут быть зафиксированы на подложке (или на объединительной теплопроводящей монтажной пластине, или крепежных изделиях) клеем или клейкой лентой (точками или полосками). При использовании клея его следует перемешать и дать ему отвердеть в соответствии с инструкциями поставщика. Перед процедурой контроля все клеевые составы должны быть полностью отверждены. При выборе подходящего способа фиксации следует иметь в виду условия эксплуатации всего изделия, а также совместимость с последующими технологическими процессами.

Приклейка в точке должна обеспечивать достаточное количество клея для закрепления провода без излишних подтеков на смежные контактные площадки или компоненты.

Не следует фиксировать провод на компоненты, подлежащие демонтажу или устанавливаемые в разъемы. Там, где имеются конструктивные ограничения, препятствующие креплению проводов, данный вопрос следует согласовать с заказчиком.

Соединительные провода не следует фиксировать за подвижные детали, а также позволять проводам соприкасаться с такими деталями. Провода должны фиксироваться по радиусу при изменении направления при прокладке.

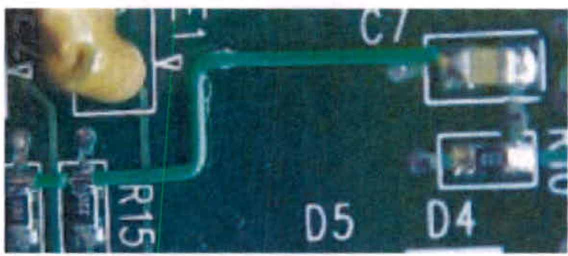



**Рисунок 11-29**

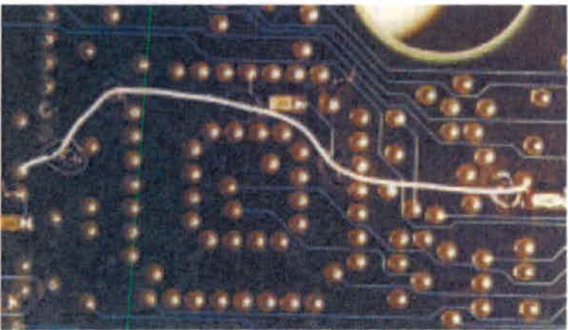


**Рисунок 11-30**

**Приемка – класс 1,2,3**

*Соединительные провода фиксируются через интервалы, заданные конструкторской документацией, или:

  *Во всех точках изменения направления, чтобы ограничить смещение провода.

  *Как можно ближе к паяному соединению

*Туго натянутый провод невозможно поднять выше соседних компонентов.

*Клей и клейкая лента, используемые для крепления проводов не должны выступать за край печатной платы или нарушать требования отступа от края.

# 11.2.3 Соединительные провода - Фиксация провода (продолжение)

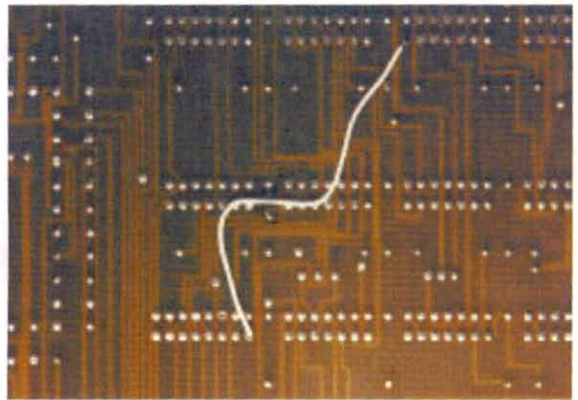
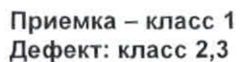


Рисунок 11-31



**Приемка – класс 1**
**Дефект: класс 2,3**

*Туго натянутый провод поднимается выше соседних компонентов.

*Соединительные провода не зафиксированы указанным образом.

*Клей и клейкая лента, используемые для крепления проводов выступают за край печатной платы или нарушают требования отступа от края.

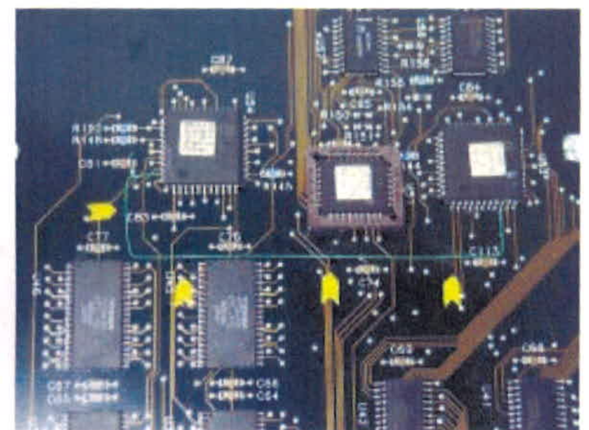


Рисунок 11-32

# 11.2.4 Соединительные провода - Металлизированные переходные отверстия (МПО)

Соединительные провода прикрепляются любым из следующих способов. Тем не менее, следует определить конкретный способ крепления в каждом частном случае сборки.
Данный раздел предназначен для демонстрации использования соединительных проводов в конкретных производственных условиях. При необходимости ремонта или модернизации обращайтесь за дополнительной информацией о соединительных проводах к стандарту IPC-7711A/7721A.
Соединительные провода крепятся к выводам любых компонентов кроме компонентов с аксиальными выводами. Предполагается, что длина паяного соединения и зазор изоляции отвечают минимальным/максимальным требованиям приемки.

## 11.2.4.1 Соединительные провода – МПО – Монтаж в отверстия

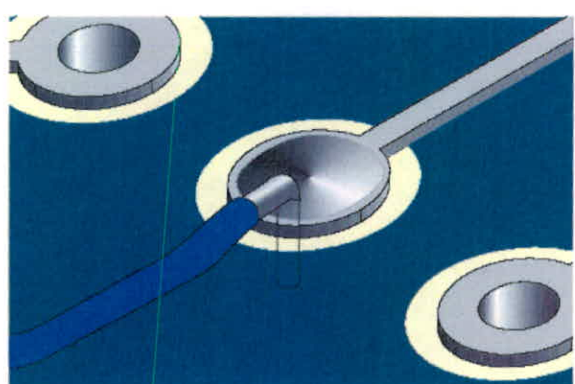
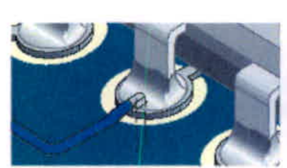




**Рисунок 11-33**

**Приемка – класс 1,2,3**
*Провода могут быть запаяны в металлизированное переходное/сквозное отверстие.



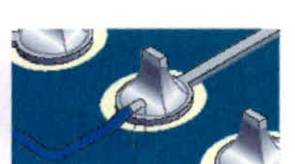


**Рисунок 11-34**

**Приемка – класс 1,2**
**Дефект: класс 3**
*Провода запаяны в металлизированное переходное отверстие вместе с выводом компонента.

# 11.2.4.2 Соединительные провода – МПО – Соединение с навивкой

Концы соединительного провода навиваются на выступающую часть вывода компонента.

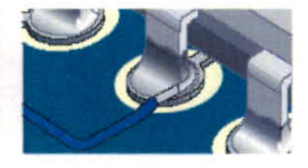



Рисунок 11-35

**Образец – класс 1,2,3**

*Дуга охвата выступающей части вывода компонента проводом составляет 180° - 270°. Провод припаян к выводу компонента.

**Приемка – класс 1,2,3**

*Провод обернут по дуге минимум 90° вокруг плоского вывода или по дуге минимум 180° вокруг круглого вывода.

*Допустимое паяное соединение контакта провод/вывод.

*В паяном соединении четко различим контур провода или его конец.

*Отсутствие изоляции в припое.

*Выступающий за границы контактной площадки провод не нарушает величину минимального электрического зазора.



Рисунок 11-36

**Дефект: класс 1,2,3**

*Провод обернут по дуге менее 90° вокруг плоского вывода или по дуге менее 180° вокруг круглого вывода.

*Наличие изоляции в паяном соединении.

*Провод, выступающий за границы контактной площадки, нарушает минимальный электрический зазор.

## 11.2.4.3 Соединительные провода – МПО – Пайка внахлест

Соединительные провода крепятся внахлест к выводам любых компонентов кроме компонентов с аксиальными выводами.

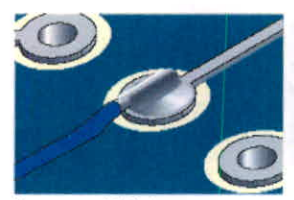



Рисунок 11-37

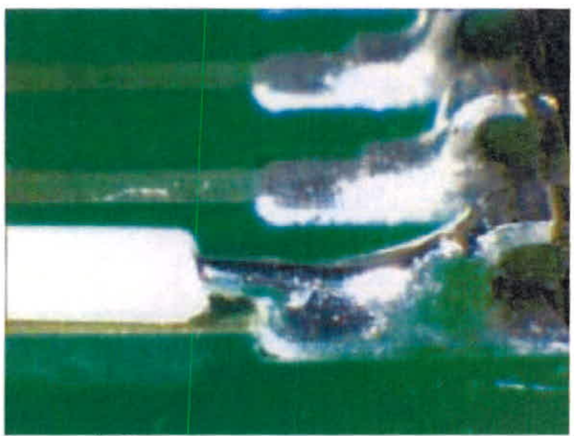


Рисунок 11-38

**Приемка – класс 1,2,3**

*Пайка внахлест провода к выводу компонента занимает не менее 75% длины (L) (расстояние от края контактной площадки до изгиба вывода компонента)

*Пайка провода внахлест произведена к поверхности металлизированного переходного/сквозного отверстия.

*Допустимое паяное соединение контакта провод/вывод.

*В паяном соединении четко виден контур провода.

*Изоляция провода находится в контакте с припоем, но не внедряется в паяное соединение.

*Провод расширяется за пределы контактной площадки или выступает выше изгиба вывода компонента, не нарушая при этом величину минимального электрического зазора.

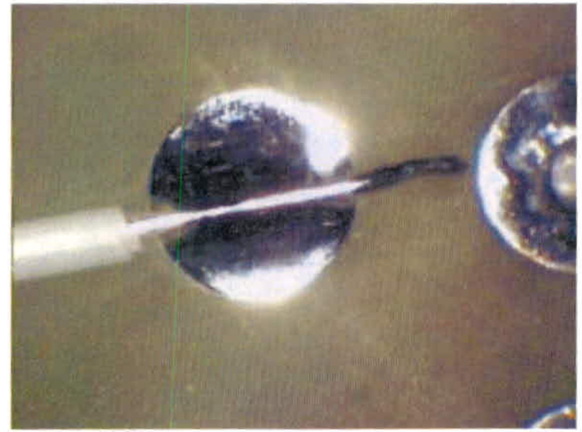


Рисунок 11-39

**Дефект: класс 1,2,3**

*Пайка внахлест провода к выводу компонента занимает менее 75% длины (L) (расстояние от края контактной площадки до изгиба вывода компонента). Изоляция провода внедряется в паяное соединение.

*Выступающий за пределы контактной площадки/вывода компонента провод нарушает величину минимального электрического зазора.

## 11.2.4.3 Соединительные провода – МПО – Пайка внахлест (продолжение)

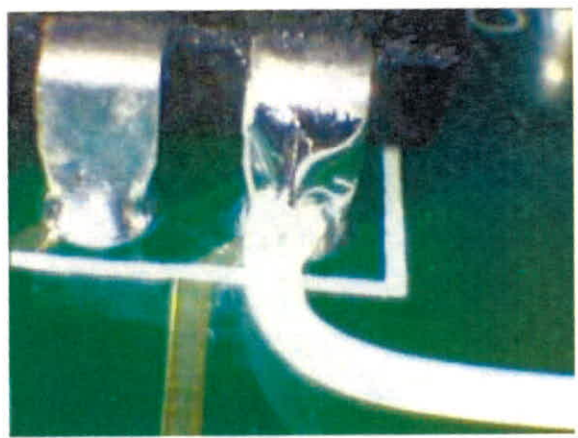


Рисунок 11-40

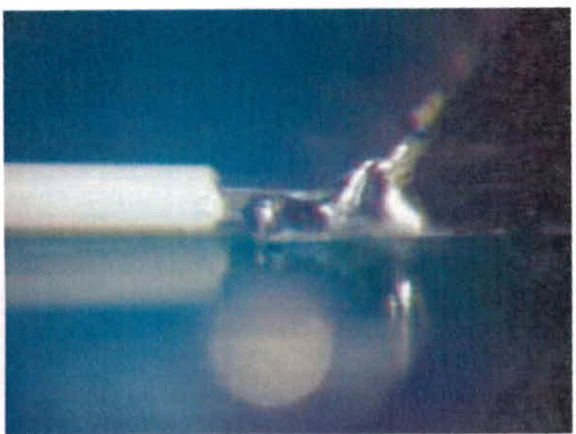


Рисунок 11-41

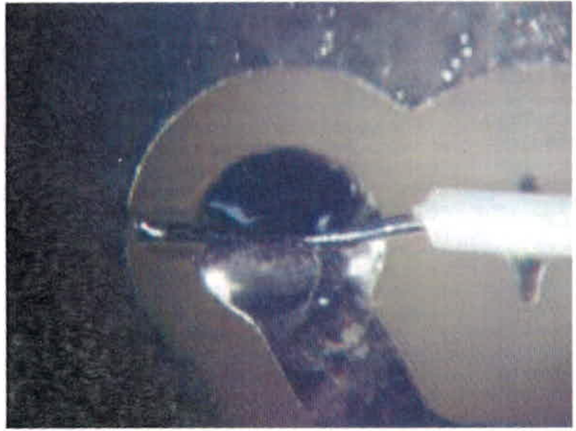


Рисунок 11-42

# 11.2.5 Соединительные провода – Технология поверхностного монтажа (ТПМ)

Клей отсутствует на корпусах компонентов, выводах или контактных площадках. Остатки клея не перекрывают паяные соединения и не входят с ними в контакт.

Условия приемки всех паяных соединений внахлест, описанных в данном разделе:

*Изоляционный зазор не допускает короткого замыкания с несвязанными электрически проводниками и не нарушает минимального электрического зазора.

*Изоляция провода находящаяся в контакте с паяным соединением, не внедряется в него.

*Наглядное смачивание соединительного провода и вывода/контактной площадки.

*В паяном соединении просматривается контур провода или виден конец провода.

*В паяном соединении отсутствуют трещины.

*Выступающий за пределы контактной площадки/вывода компонента провод не нарушает величину минимального электрического зазора.

**Примечание**: Продолжение провода выше изгиба вывода компонента может создать проблемы в высокочастотных схемах.

## 11.2.5.1 Соединительные провода – ТПМ – Компоненты с плоскими и круглыми выводами

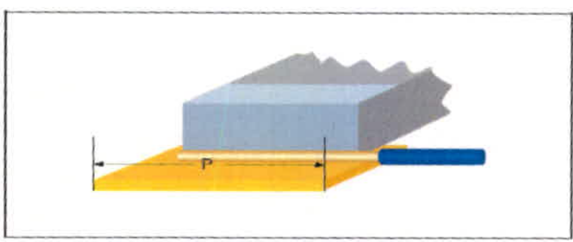



**Рисунок 11-43**

**Образец-класс 1,2,3**

*Вывод расположен параллельно самому длинному размеру контактной площадки.

*Галтель припоя равна ширине контактной площадки (P).

**Приемка – класс 1,2,3**

*Минимальная длина паяного соединения равняется 50% ширины контактной площадки (P).

**Дефект: класс 1,2,3**

*Длина паяного соединения менее 50% ширины контактной площадки (P).

*Провод припаян на верхнюю плоскость контактной поверхности чип-компонента.

# 11.2.5.2 Соединительные провода – ТПМ – Выводы в форме «крыла чайки»

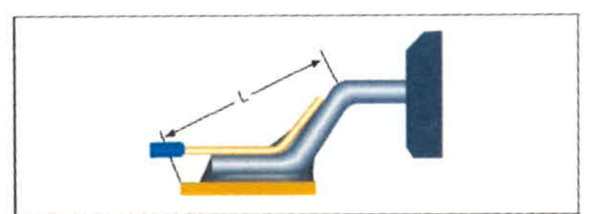



Рисунок 11-44

**Приемка – класс 1,2,3**

*Минимальная длина паяного соединения равна 75% от длины (L) (расстояние от края контактной площадки до изгиба вывода компонента)

*Конец провода не выступает за изгиб вывода компонента.

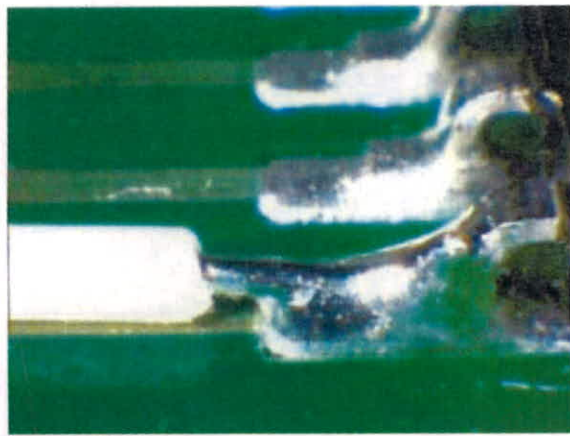
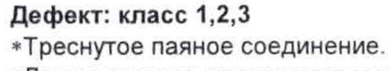


Рисунок 11-45



Рисунок 11-46



**Дефект: класс 1,2,3**

*Треснутое паяное соединение.

*Длина паяного соединения меньше 75% от величины (L).

*Конец провода выступает за изгиб вывода компонента.

*Провод нарушает величину минимального электрического зазора.

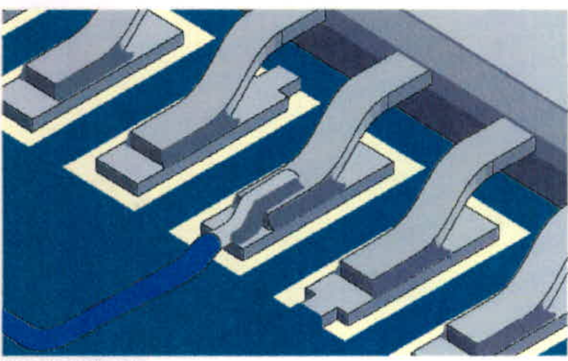


Рисунок 11-47

## 11.2.5.3 Соединительные провода – ТПМ – «J» - Образные выводы компонентов

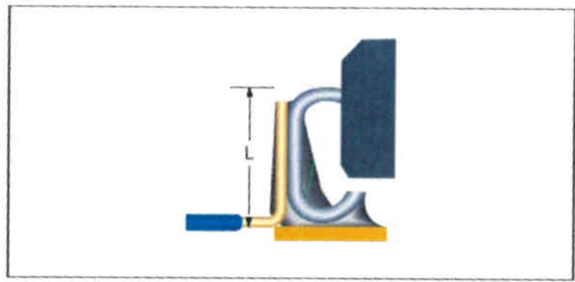


Рисунок 11-48

**Образец – класс 1,2,3**

*Длина паяного соединения равняется (L).

**Приемка – класс 1,2,3**

*Минимальная длина паяного соединения составляет 75% от (L) (высота J-вывода).

*Конец провода не выступает за изгиб вывода компонента.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Длина паяного соединения менее 75% величины (L).

*Конец провода выступает за изгиб вывода компонента.

*Провод нарушает величину минимального электрического зазора.

## 11.2.5.4 Соединительные провода – ТПМ – Свободная площадка

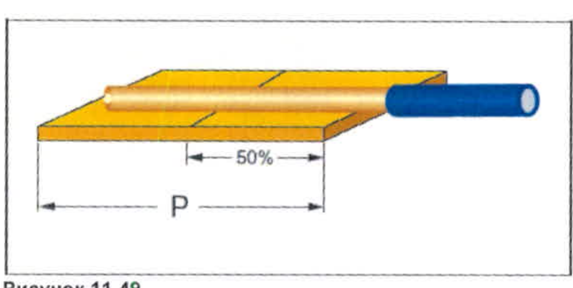


Рисунок 11-49

**Образец – класс 1,2,3**

*Вывод расположен параллельно самому длинному размеру контактной площадки.

*Длина вывода и галтель припоя равняются (P).

**Приемка – класс 1,2,3**

*Минимальная длина паяного соединения равняется 50% от величины (P).

**Дефект: класс 1,2,3**

*Длина паяного соединения менее 50% величины (P).

*Провод нарушает величину минимального электрического зазора.

# 11.3 Установка компонентов – Слабина/натяг при прокладке проводов к разъемам

Для проводов, соединяемых с многоконтактным разъемом, необходима регулировка слабины, чтобы не допустить натяжения отдельных проводов.

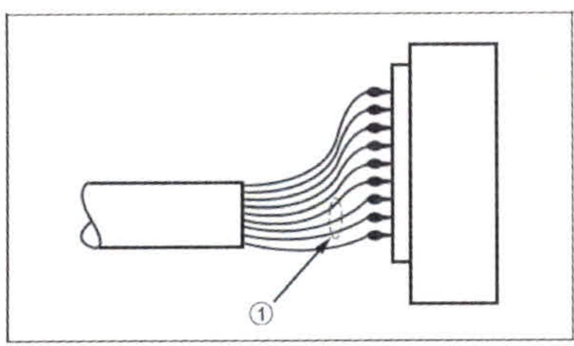



**Рисунок 11-50**
**1. Для этих проводов прокладка особенно важна**

**Приемка – класс 1,2,3**
*Провода при подключении к разъему следует расположить так же, как они ложатся при установке.
*Все провода следует укладывать с некоторым изгибом, во избежание натяга при соединении с разъемом.
*Самые короткие провода располагаются по прямой линии на оси кабеля.

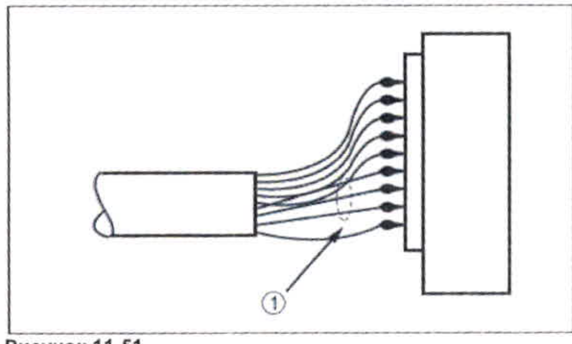



**Рисунок 11-51**
**1. Провода натянуты**

**Дефект: класс 1**
*Провода отделены от разъема.

**Дефект: класс 2,3**
*Слабина не обеспечивает предупреждение натяжения отдельных проводов.

Данная страница специально оставлена пустой

# 12 Высоковольтные варианты применения

В данном разделе приведены особые способы оценки паяных соединений, подвергающихся воздействию высоких напряжений, см. пункт 1.4.6.

В данном разделе рассматриваются следующие темы:

# 12.1 Высоковольтные варианты применения – Высоковольтные контакты

## 12.1.1 Высоковольтные варианты применения – Высоковольтные контакты - Провода/выводы для высоких напряжений

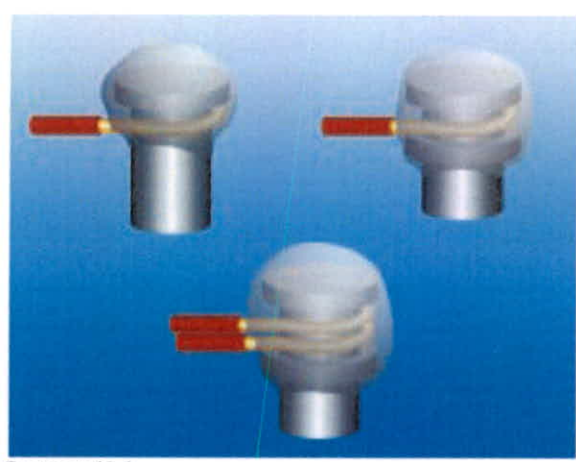


Рисунок 12-1

**Образец – класс 1,2,3**

*Шаровидное паяное соединение имеет полностью круглый, непрерывный и гладкий контур.

*Никаких проявлений острых углов, точек припоя, натеков, включений (посторонних материалов) или жил провода.

*Край изоляции располагается как можно ближе к паяному соединению, не внедряясь в него.

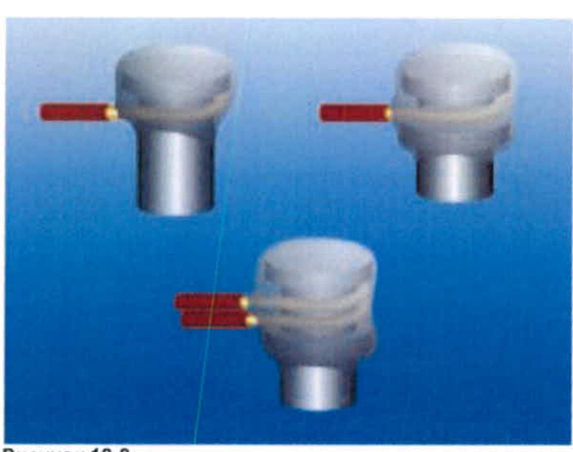


Рисунок 12-2

**Приемка – класс 1,2,3**

*Яйцевидный, сферический или овальный контур паяного соединения, повторяющий контур штырькового контакта и витка провода.

*Никаких проявлений острых углов, точек припоя, натеков, включений (инородного материала) или жил провода.

*Паяные соединения могут иметь слоистость или проявление линий оплавления.

*Шаровидное паяное соединение не превышает заданных требований к высоте.

*Максимальный зазор изоляции равен одному диаметру провода.

# 12.1.1 Высоковольтные варианты применения – Высоковольтные контакты - Провода/выводы для высоких напряжений (продолжение)

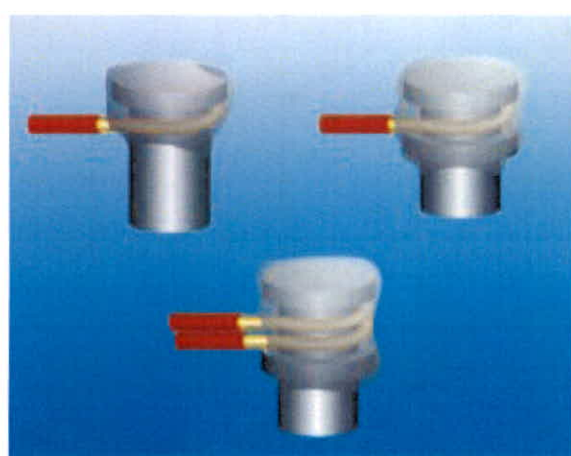


Рисунок 12-3

**Дефект: класс 1,2,3**

*Припой повторяет контур штырькового контакта и витка провода, но шляпка контакта выступает из припоя.

*Паяное соединение круглое и непрерывное, но есть сосульки припоя.

*Очевидные негладкие и некруглые углы с зазубринами и трещинами.

*Явно заметны не полностью закрытые жилы провода, или они четко просматриваются в паяном соединении.

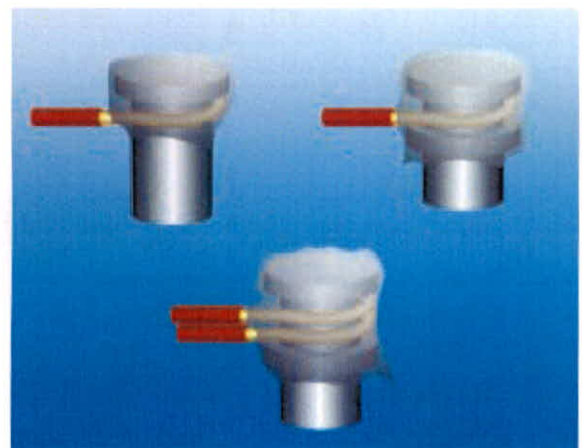


Рисунок 12-4

## 12.1.2 Высоковольтные варианты применения – Высоковольтные контакты – Контакт в нижней части

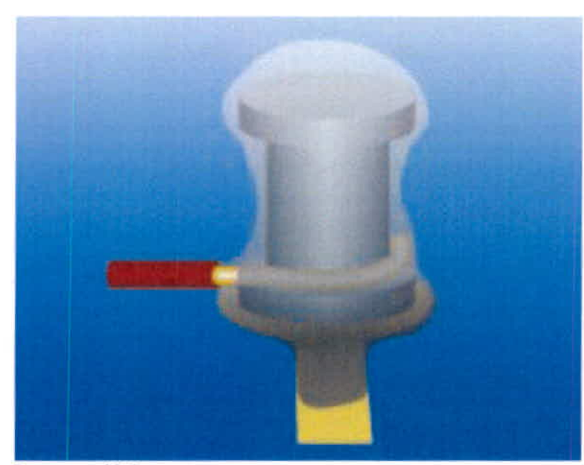


**Рисунок 12-5**

**Приемка – класс 1,2,3**

*Явно просматривается контур провода/вывода с плавным растеканием припоя по проводу/выводу и контакту. Могут быть четко видны отдельные жилы.

*Безусловное отсутствие острых углов, точек припоя, натеков или включений (инородного материала).

*Шаровидное паяное соединение не превышает заданных требований по высоте и отвечает требованиям приемки шаровидной пайки.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Отчетливо видны острые углы, точки припоя, натеки или включения (инородного материала).

*Шаровидное паяное соединение превышает заданные требования по высоте.

## 12.1.3 Высоковольтные варианты применения – Высоковольтные контакты - Неиспользуемые контакты

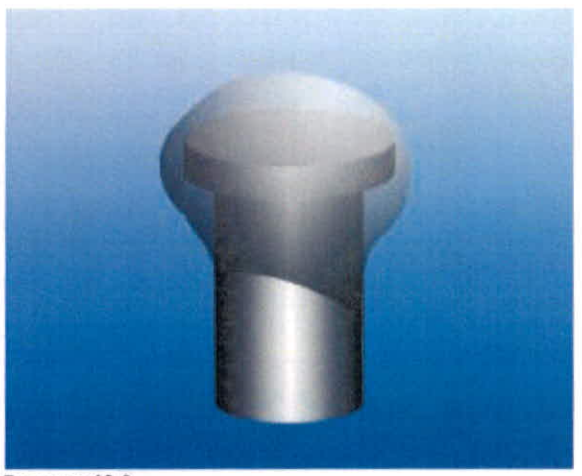


Рисунок 12-6

**Приемка – класс 1,2,3**

*Все острые кромки штырькового контакта полностью покрыты припоем с неразрывной гладкой шаровидной поверхностью.

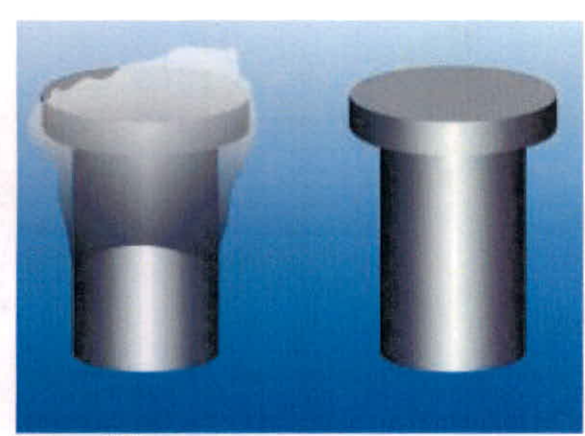


Рисунок 12-7

**Дефект: класс 1,2,3**

*Штырьковый контакт полностью покрыт припоем, однако ясно видно наличие заостренных сосулек припоя, наплывов или выступающих острых кромок штырькового контакта.

*Припой отсутствует на шляпке контакта.

# 12.2 Высоковольтные варианты применения – Высоковольтные гильзы для пайки

## 12.2.1 Высоковольтные варианты применения – Высоковольтные гильзы для пайки - Провода/выводы

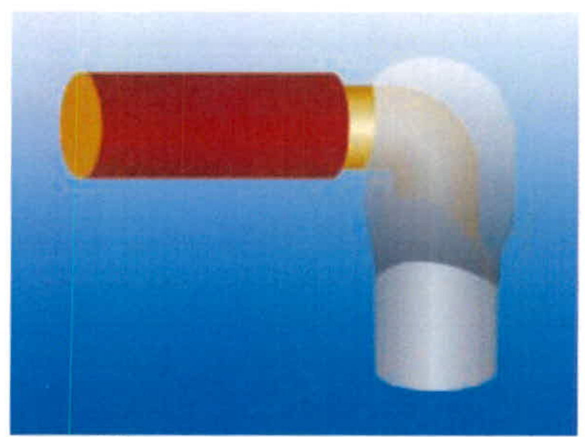


Рисунок 12-8

**Приемка – класс 1,2,3**

*Яйцевидный, сферический или овальный контур паяного соединения, повторяющий контур покрытия провода. Отсутствие острых углов, точек припоя, наплывов, включений (инородного материала) или различимых жил провода.

*Шаровидное паяное соединение не превышает заданных требований по высоте и отвечает требованиям приемки шаровидной пайки.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Наличие различимых острых углов, точек припоя наплывов, включений (инородного материала).

*Зазор изоляции превышает один диаметр провода.

*Шаровидное паяное соединение не отвечает требованиям по высоте или контуру (форме).

## 12.2.2 Высоковольтные варианты применения – Высоковольтные гильзы для пайки - Неиспользуемые гильзы

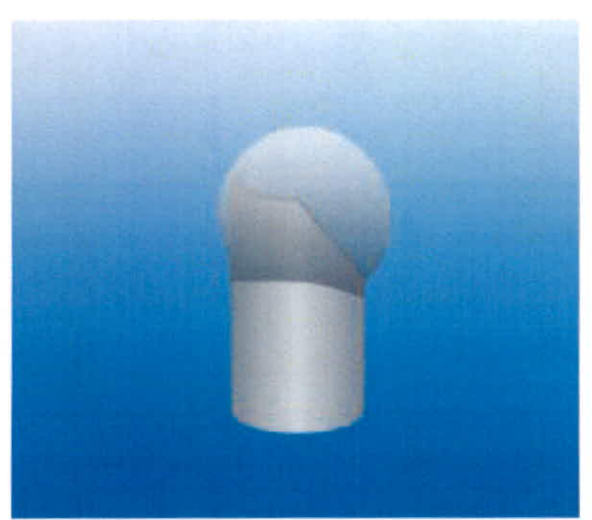


Рисунок 12-9

**Приемка – класс 1,2,3**

*Яйцевидный, сферический или овальный контур паяного соединения.

*Никаких признаков острых углов, точек припоя, наплывов, включений (инородного материала).

*Шаровидное паяное соединение не превышает заданных требований по высоте и отвечает требованиям приемки шаровидной пайки.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Наличие различимых острых углов, точек припоя, наплывов, включений (инородного материала).

*Шаровидное паяное соединение не отвечает требованиям по высоте или контуру (форме).

## 12.3 Высоковольтные варианты применения – Изоляция



Рисунок 12-10

**Образец-класс 1,2,3**

*Зазор изоляции (C) мал настолько, что изоляция располагается вплотную к соединению, не мешая образованию требуемого паяного соединения.

*Отсутствует любое повреждение изоляции (рваные, обугленные, оплавленные края или срезы).

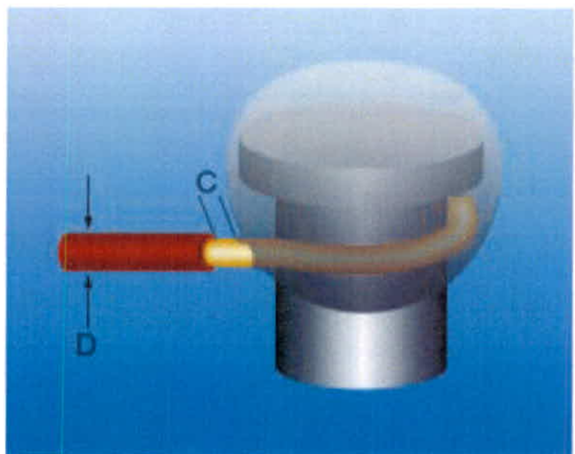


Рисунок 12-11

**Приемка – класс 1,2,3**

*Расстояние (C) от края изоляции до паяного соединения менее одного диаметра провода (D).

*Отсутствуют признаки повреждения изоляции (рваные, обугленные, оплавленные края или срезы).

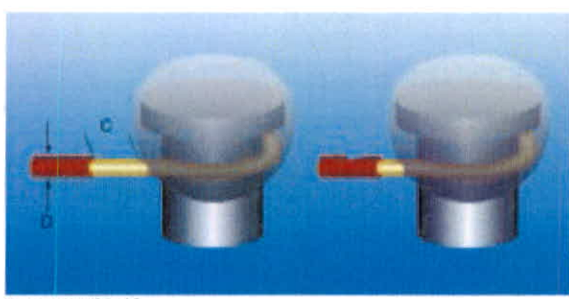


Рисунок 12-12

**Дефект: класс 1,2,3**

*Расстояние (C) от края изоляции до паяного соединения равно, или превышает диаметр провода (D).

*Явные признаки повреждения изоляции (рваные, обугленные, оплавленные края или срезы).

*Изоляция препятствует образованию требуемого паяного соединения.

# 12.4 Высоковольтные варианты применения – Монтаж компонентов в отверстия

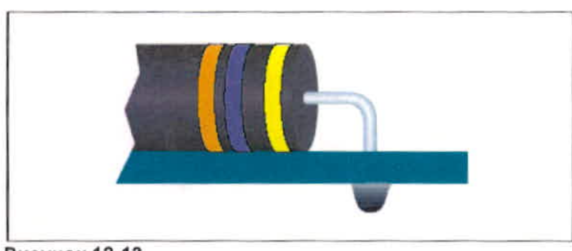


**Рисунок 12-13**

**Приемка – класс 1,2,3**

*Все острые кромки вывода компонента полностью покрыты неразрывным гладким скругленным слоем припоя, образующим шарик припоя.

*Прямые выводы облегчают формирование шаровидной пайки.

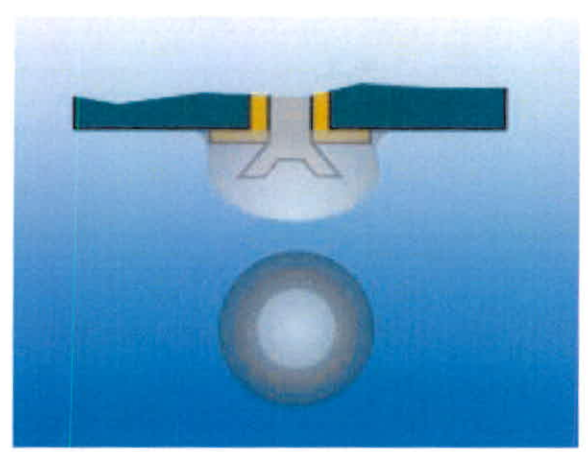
*Шаровидное паяное соединение не превышает заданных требований к высоте.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Наличие различимых острых углов, точек припоя, наплывов, включений (инородного материала).

*Шаровидное паяное соединение не отвечает требованиям по высоте или контуру (форме).

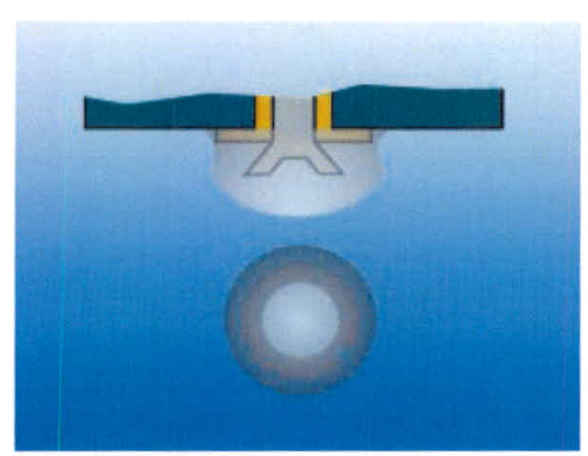
# 12.5 Высоковольтные варианты применения - Контакты с развальцованным фланцем


Рисунок 12-14

**Образец – класс 1,2,3**

*Все края вывода компонента полностью покрыты неразрывным гладким скругленным слоем припоя, образующим шарик припоя.

*Шаровидное паяное соединение не превышает заданных требований к высоте.


Рисунок 12-15

**Приемка – класс 1,2,3**

*Все острые кромки вывода компонента полностью покрыты неразрывным гладким скругленным слоем припоя, образующим шарик припоя.

*Паяное соединение не превышает заданных требований к высоте.

**Дефект: класс 1,2,3**

*Наличие различимых острых углов, точек припоя, наплывов, включений (инородного материала).

*Шаровидное паяное соединение не отвечает требованиям по высоте или контуру (форме).

# 12.6 Высоковольтные варианты применения – Другие крепежные изделия

В данном разделе представлены особые требования к механическим сборкам, находящимся под высокими напряжениями.

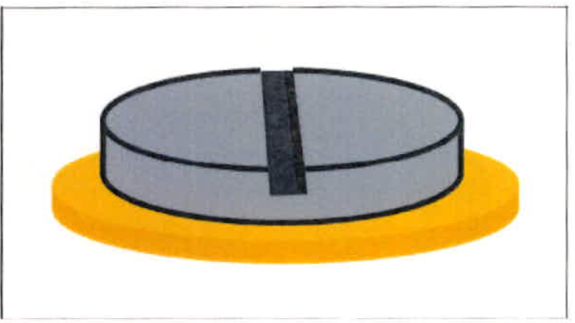


Рисунок 12-16

**Приемка – класс 1,2,3**

*Отсутствуют признаки зазубрин или помятых шлицов крепежного изделия.

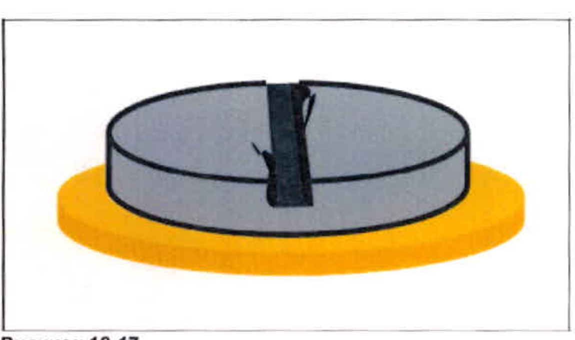


Рисунок 12-17

**Дефект: класс 1,2,3**

*Крепежное изделие с зазубринами или с помятыми шлицами.

Данная страница специально оставлена пустой

Приложение А

# Зазор между электрическими проводниками

**Примечание: Приложение А цитируется по тексту основного стандарта конструирования печатных плат IPC-2221 (февраль 1998) и предназначено только для информации. Приложение А является текущим документом на дату публикации данного документа. На читателе лежит ответственность за выбор более современного издания стандарта IPC-2221 и за определение применимости его к своей продукции. Номера параграфов и номеров таблиц заимствованы из IPC-2221**.

Следующее выражение стандарта IPC-2221 применимо ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО к данному приложению: **1.4 Интерпретация –«следует» («должно»),** то есть повелительная форма глагола, используется в данном стандарте (IPC-A-610D, приложение А) всякий раз, когда требование предназначается для выражения положения, обязательного к исполнению.

*IPC-2221*-**6.3 Электрический зазор**. Расстояние между проводниками или отдельными слоями, которое следует увеличивать, насколько возможно. Минимальный зазор между проводниками, между контактными площадками, между проводящими слоями (расстояние по оси Z), между проводящими материалами (такими, как проводящие маркировки или крепежные изделия) и между проводниками **должен** находиться в соответствии с таблицей 6-1 и задаваться на чертеже главного вида. Дополнительная информация о допусках процесса, влияющих на электрический зазор, содержится в разделе 10.

При наличии на одной и той же плате нескольких напряжений и необходимости отдельного испытания для каждого из них, на чертеже главного вида или в соответствующих технических условиях испытаний **должны быть** определены специальные участки.

При использовании высоких напряжений, особенно переменных и импульсных напряжений выше 200 В необходимо учитывать диэлектрическую постоянную и эффект распределенной емкости совместно с рекомендованным зазором.

Для напряжений выше 500 В значения из таблицы (на каждый вольт превышения) следует прибавлять к значениям для 500 В. Например, электрический зазор для платы типа В1 на напряжение 600 В вычисляется следующим образом:

600 В - 500 В = 100 В

0,25 мм + (100 В × 0,0025 мм = 0,50 мм) зазора.

Однако в особых условиях конструкции необходимо рассмотреть использование другой величины зазора, электрический зазор на отдельных слоях (в одной плоскости) **следует** увеличивать относительно минимального зазора таблицы 6-1, где только возможно. Топологию платы следует разрабатывать таким образом, чтобы обеспечить максимальные зазоры между проводящими слоями наружных участков, относящихся к высоко импедансным или к высоковольтным цепям. Такой мерой удастся свести к минимуму проблемы токов утечки, вызываемых образованием конденсата или высокой влажностью. **Следует** избегать неограниченного доверия в возможности влагозащитных покрытий для достижения высокого поверхностного сопротивления между проводниками.

*IPC-2221*-**6.3.1 В1 Внутренние проводники**. Требования к электрическим зазорам типа проводник-проводник и проводник-металлизированное переходное отверстие для любой высоты. Обращайтесь к таблице 6-1.

*IPC-2221*-**Таблица 6-1 Электрический зазор между проводниками**

| **Напряжение между проводниками (постоянное или амплитудное значение переменного напряжения)** | **Минимальный зазор** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Печатная плата** | | | | **Печатный узел** | | |
| | **В1** | **В2** | **В3** | **В4** | **А5** | **А6** | **А7** |
| 0-15 | 0,05 мм | 0,1 мм | 0,1 мм | 0,05 мм | 0,13 мм | 0,13 мм | 0,13 мм |
| 16-30 | 0,05 мм | 0,1 мм | 0,1 мм | 0,05 мм | 0,13 мм | 0,25 мм | 0,13 мм |
| 31-50 | 0,1 мм | 0,6 мм | 0,6 мм | 0,13 мм | 0,13 мм | 0,4 мм | 0,13 мм |
| 51-100 | 0,1 мм | 0,6 мм | 1,5 мм | 0,13 мм | 0,13 мм | 0,5 мм | 0,13 мм |
| 101-150 | 0,2 мм | 0,6 мм | 3,2 мм | 0,4 мм | 0,4 мм | 0,8 мм | 0,4 мм |
| 151-170 | 0,2 мм | 1,25 мм | 3,2 мм | 0,4 мм | 0,4 мм | 0,8 мм | 0,4 мм |
| 171-250 | 0,2 мм | 1,25 мм | 6,4 мм | 0,4 мм | 0,4 мм | 0,8 мм | 0,4 мм |
| 251-300 | 0,2 мм | 1,25 мм | 12,5 мм | 0,4 мм | 0,4 мм | 0,8 мм | 0,8 мм |
| 301-500 | 0,25 мм | 2,5 мм | 12,5 мм | 0,8 мм | 0,8 мм | 1,5 мм | 0,8 мм |
| Более 500 Вычисления согласно параграфу 6.3 | 0,0025 мм /вольт | 0,005 мм/ вольт | 0,025 мм/ вольт | 0,00305 мм/ вольт | 0,00305 мм/ вольт | 0,00305 мм/ вольт | 0,00305 мм /вольт |

В1 - внутренние проводники.
В2 - наружные проводники, незащищенные, высота над уровнем моря до 3050 м.
В3 - наружные проводники, незащищенные, высота над уровнем моря более 3050 м.
В4 - наружные проводники, паяльная маска (любая высота).
А5 - наружные проводники, влагозащитное покрытие (любая высота).
А6 - наружные выводы/контакты компонентов, без покрытия.
А7 - наружные выводы/контакты компонентов, с влагозащитным покрытием (любая высота).

# Зазор между электрическими проводниками (продолжение)

*IPC-2221*-**6.3.2 B2 наружные проводники, незащищенные, высота над уровнем моря до 3050 м**. Требования по электрическому зазору для незащищенных наружных проводников значительно превосходят требования для проводников, защищенных от внешнего загрязнения влагозащитным покрытием. Если собранное изделие не предназначается для нанесения влагозащитного покрытия, зазор оголенного проводника печатной платы **должен** соответствовать требованиям данной категории при эксплуатации изделия на высоте до 3050 м над уровнем моря. Обращайтесь к таблице 6-1.

*IPC-2221*-**6.3.3 B3 - наружные проводники, незащищенные, высота над уровнем моря более 3050 м**. К электрическому зазору наружных проводников на плате без покрытия, эксплуатируемой в изделиях на высоте более 3050 м над уровнем моря, предъявляются более высокие требования, чем в категории B2. Обращайтесь к таблице 6-1.

*IPC-2221*-**6.3.4 B4 - наружные проводники, твердое полимерное покрытие (любая высота).** Если печатный узел не будет покрываться влагозащитным покрытием, паяльная маска на защищенной печатной плате позволит снизить зазор между проводниками по сравнению с незащищенными печатными патами категории B2 и B3. Для электрических зазоров контактных площадок и выводов печатного узла, которые не подвергаются влагозащите, применяются требования электрического зазора категории A6 (таблица 6-1). Данный вариант неприменим в изделиях, требующих защиты от жестких, влажных и загрязненных условий окружающей среды.

Типичными областями применения являются компьютеры, офисное и коммуникационное оборудование, функционирование непокрытых плат в управляемых условиях окружающей среды, где на незащищенных печатных платах имеется паяльная маска с обеих сторон. После сборки и пайки такие платы не подвергаются влагозащитному покрытию, оставляя непокрытыми паяные соединения и контактные площадки.

Примечание: Необходимо покрыть все проводники, за исключением контактных площадок, подлежащих пайке, для обеспечения требований электрического зазора для защищенных проводников в данной категории.

*IPC-2221*-**6.3.5 A5 - наружные проводники, влагозащитное покрытие (любая высота).** Для наружных проводников, влагозащитное покрытие которых производится на печатном узле, потребуются электрические зазоры, заданные для данной категории.

Типичными областями применения являются изделия военного назначения, где будет производиться влагозащитное покрытие всего печатного узла. Обычно используются паяльные маски. Тем не менее, необходимо рассмотреть совместимость паяльных масок с влагозащитным покрытием, если применяется их сочетание.

*IPC-2221*-**6.3.6 A6 - наружные выводы/контакты компонентов, без покрытия**. Для наружных выводов и контактов компонентов, не подвергаемых влагозащите, требуются электрические зазоры, определенные для данной категории.

Типичными областями применения являются упомянутые выше в категории B4. Сочетание категорий B4/A6 часто применяется в коммерческих, не жестких условиях эксплуатации, чтобы воспользоваться преимуществом высокой плотности размещения проводников с паяльной маской (а также с защитным паяльным покрытием), и там, где не требуется обеспечивать доступ к компонентам для доработки или ремонта.

*IPC-2221*-**6.3.7 A7 - наружные выводы/контакты компонентов, с влагозащитным покрытием (любая высота)**. Как в сравнении незащищенных проводников с защищенными на печатной плате без влагозащитного покрытия, электрические зазоры, используемые для защищенных выводов и контактов компонентов, меньше, чем для незащищенных выводов и контактов.

## Предметный указатель

## Предметный указатель

## Предметный указатель